

G04-01

研究報告 第457号

小・中学校理科における科学的に探究する学習の進め方に関する研究

令和5年3月

千葉県総合教育センター

目 次

I	はじめに	1
1	主題	1
2	主題設定の理由	1
3	平成 29 年改訂学習指導要領との関わり	1
4	全国学力・学習状況調査と理科教員対象の調査	1
II	研究の目的	2
III	研究の概要	2
1	研究組織	2
2	研究経過	2
IV	研究の内容	4
1	授業デザイン集	4
2	指導資料	5
3	実態調査	12
V	研究実践の成果と今後	17
1	意識調査アンケート	17
2	より効果的な指導を目指して	29
VI	主な参考文献、引用文献	30
VII	資料	31
	関係者名簿	31
	抄録文	32

I はじめに

1 主題

小・中学校理科における科学的に探究する学習の進め方に関する研究

2 主題設定の理由

学習指導要領で目指す「科学的に探究する学習」の実践に向けた取組は、各種調査から教員側の準備がまだ十分とは言えない状況がみられることから、有効な手立てを講じることが不可欠であると考えた。

これを踏まえ、科学的に探究する学習の進め方について様々なアイデアを検討し、有効な手立てを検証して授業デザインを示すことにより、県内の小・中学校教員の指導技術向上に寄与し、児童生徒に必要な資質・能力の育成につながると考え、本主題を設定した。

3 平成 29 年改訂学習指導要領との関わり

現代は、生産年齢人口の減少、グローバル化の進展や絶え間ない技術革新等により、社会構造や雇用環境は大きく、また急速に変化しており、予測が困難な時代となっている。そのため、学校教育には、子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め、知識の概念的な理解を実現し情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくことができるようにすることなどが求められている。

そこで、改訂学習指導要領では、これまでも学校教育で育成を目指してきた「生きる力」がより具体化され、教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力が、以下の三つの柱に整理された。そして、各教科等の目標や内容についても、この三つの柱に基づいて再整理された。

- 生きて働く「知識及び技能」
- 未知の状況にも対応できる「思考力、判断力、表現力等」
- 学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力、人間性等」

さらに、子供たちがこれからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするために、学習の質を一層高める授業改善の取組を活性化していくことが必要である。同時に、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けたアクティブ・ラーニングの視点に立った授業改善の推進やリカレント教育の推進が求められている。

併せて、小・中学校理科では理科の見方・考え方を働かせ、科学的に探究するために必要な資質・能力の育成が明記された。科学的に探究する学習は、従前から重要視されていたが、これからは新たに理科で育成する資質・能力をより明確にし、一層の充実が求められていると言える。

4 全国学力・学習状況調査と理科教員対象の調査

平成 30 年度に実施された全国学力・学習状況調査（以下「全国学調」という）では、中学校理科の科学的に探究する場面について解答する問題で、千葉県は、正答率が全国平均と比べ 5.8 ポイント低い値であった。これに対し、令和 4 年度の全国学調では、正答率が全国平均と比べ 2.1 ポイント低い値であり、改善が見受けられた。しかし、令和 4 年度全国学調は、科学的に探究する問題を数多く扱っており、全国平均正答率が 49.3%と 5 割を下回る結果であり、対策が必要であると考えられる。

また、令和4年度全国学調における国立教育政策研究所による調査結果資料、「相関係数〔児童（生徒）質問紙—教科（理科）〕」では、観察や実験をもとに考察すること（小・中学校）や、観察・実験の進め方を振り返ること（中学校）と理科の点数には、正の相関が認められ、科学的に探究する過程の1つである考察や振り返りが、学力向上にとって重要な資質・能力であることが示されている。

さらに、全国の中学校（国公立）理科教員を対象に行っている Benesse 教育総合研究所による平成22年の調査では、理科教員が不安視する授業内容として「探究的な学習」が5割を超えていることが示されている。そして、平成30年の同調査では『科学的に探究しようとする態度』を7割以上の生徒が身に付けている」と回答した教員は2割弱に留まり、主体性や探究する態度を育むような指導と評価の在り方を確立することが必要である。

II 研究の目的

小・中学校理科における、科学的に探究する学習に有効な授業デザインを開発する。

また、本研究の成果を「授業デザイン集」および「指導資料」として県内に広めることで、教員の指導力向上に寄与するとともに、児童生徒に必要な資質・能力の育成を目指す。

III 研究の概要

1 研究組織

(1) 講師

大山 光晴 秀明大学 教授

(2) 研究協力員

伊勢崎 慧 銚子市立銚子中学校 教諭 (R2～4)

戸刺 悟 成田市立美郷台小学校 教諭 (R2～4)

松本 邦宏 市川市立中山小学校 教諭 (R2～4)

田中 秀明 袖ヶ浦市立蔵波小学校 教諭 (R2～3)

藤平 健太 いすみ市立東小学校教諭 教諭 (R2～3)

安藤 春樹 野田市立北部中学校 主幹教諭 (R2)

篠原 孝司 大網白里市立大網中学校 教諭 (R2)

*所属は委嘱最終年度の在籍校

*篠原教諭には、令和3年度・4年度に授業アドバイザーとして協力をいただいた。

2 研究経過

(1) 研究年度1年目（令和2年度）

月	内 容
4～5	情報収集及び研究計画作成
6	第1回研究協力員会議の実施 研究目的と研究内容の紹介
6～12	授業デザイン集（サンプル）と指導資料（サンプル）の立案

11	第2回研究協力員会議の実施 授業デザイン集（サンプル）と指導資料（サンプル）の検討
2	中間報告 千葉県総合教育センター・子どもと親のサポートセンター研究発表会

(2) 研究年度2年目（令和3年度）

月	内 容
4	情報収集及び研究計画の修正
5	第1回研究協力員会議の実施（オンライン会議） 授業デザイン集（サンプル）と指導資料（サンプル）の検討
6	研究協力員による検証授業 「ビンの中の火が消えるのは、二酸化炭素・窒素・酸素のどこに原因があるのか？」 授業者：市川市立中山小学校 教諭 松本 邦宏 授業デザイン集（サンプル）の活用・検討
6～12	授業デザイン集（サンプル）と指導資料（サンプル）の立案 実態調査 授業を実施する上での課題等を調査・分析 対象：小・中学校の初任者と中堅教諭 方法：アンケートによる分析
10	研究協力員による検証授業 「ドライアイスはどのように状態変化するか調べよう」 授業者：銚子市立銚子中学校 教諭 伊勢崎 慧 授業デザイン集（サンプル）の活用・検討
11	第2回研究協力員会議の実施 授業デザイン集（サンプル）と指導資料（サンプル）の検討
2	中間報告 千葉県総合教育センター・子どもと親のサポートセンター研究発表会

(3) 研究年度3年目（令和4年度）

月	内 容
4～12	授業デザイン集（サンプル）と指導資料（サンプル）の立案
6	第1回研究協力員会議の実施 今年度の調査研究の方向性について
6～11	意識調査アンケート 授業デザイン集（サンプル）と指導資料（サンプル）の検証 ①対象：児童生徒 方法：事前アンケートと事後アンケートにより検証 ②対象：小・中学校の教員 方法：アンケートにより検証
6～12	授業デザイン集と指導資料の作成
9～2	報告書の作成
11	第2回研究協力員会議の実施 今年度の調査研究の報告について
2	指導資料（ポスター）を県内公立小・中学校及び特別支援学校（小・中学部）へ配付 最終報告 千葉県総合教育センター・子どもと親のサポートセンター研究発表会
3	報告書の発行

IV 研究の内容

理科の目標である、育成すべき資質・能力の一つに「科学的に探究する力」があり、子供たちに科学的に探究する力を養う理科の授業づくりが求められている。本研究は、以下図1の構想に基づいて行った。

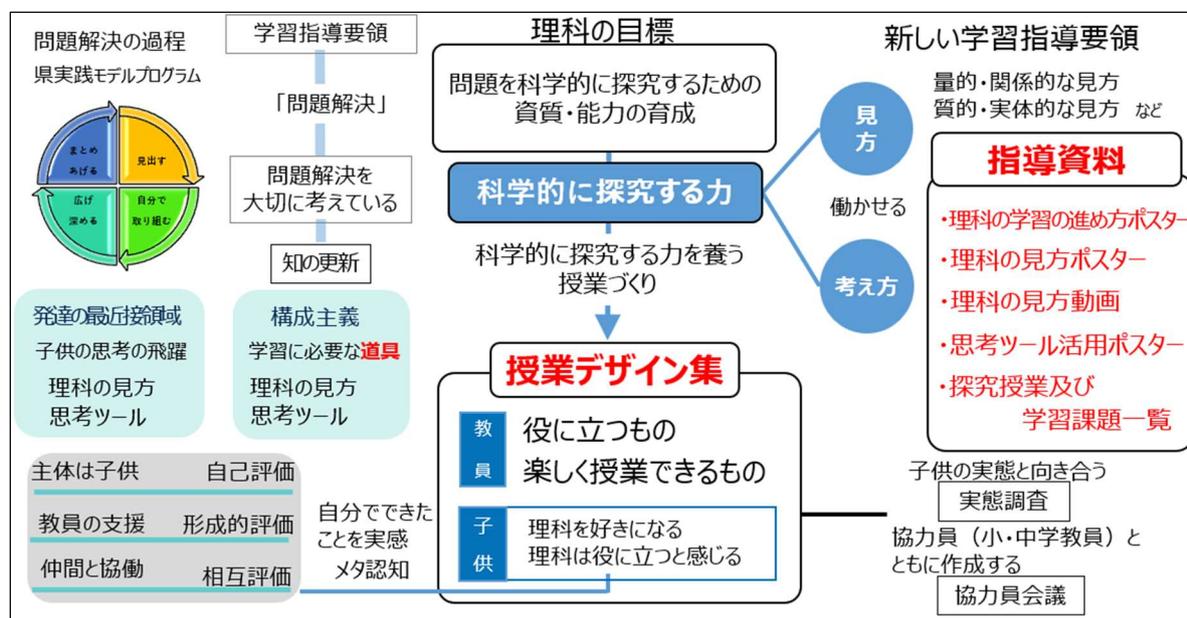


図1 研究の構想

本研究では、「科学的に探究する力」を養う授業の実践に向けて、教員の役に立ち楽しく授業を行うための資料である「授業デザイン集」と、児童生徒が理科の見方・考え方を働かせるための道具である「指導資料」を作成した。指導資料には、「理科の学習の進め方ポスター (*1)」「理科の見方ポスター (*2)」「理科の見方動画」「思考ツール活用ポスター (*3)」「探究授業及び学習課題例一覧」の五つがある。また、指導資料*1は問題解決の過程を示したもので、千葉県の実践モデルプログラムとも対応している。そして、本研究の成果を広く普及するため、指導資料*1~*3などを、県内の全公立小・中学校及び特別支援学校（小・中学部）に配付する。このポスターは主に理科室への掲示を想定し、児童生徒及び指導者にとって、分かりやすく役立つものを目指し作成した。

1 授業デザイン集

教員が指導や評価で活用できる「探究学習を進める上で必要とする資料」であり、小学校3年生から中学校3年生までの各学年に一つずつ、合計七つの資料を作成した（次ページ表1）。既存の指導案集とは異なり、「理科の見方・考え方」「指導の工夫」「板書例」「評価の計画」「主体的・対話的で深い学び」などに焦点を置いて構成している（次ページ図2）。理科指導の経験がそれほど多くはない教員でも、科学的に探究する学習を実践してみたいと思えるように作成した授業実践集である。併せて、思考ツールの使用例などを示して、教員が教え込むのではなく、児童生徒自身が気付く場面や、考える方法及び場面を掲載した。

表1 各学年で授業デザイン集に取り上げた単元、学習の過程

	学年	単元名	学習過程
小学校	3年	磁石の性質	自然事象に対する気付き→課題の設定
	4年	季節と生物	課題の設定→仮説の設定、学習の過程の見通しと振り返り
	5年	天気の変化	仮説の設定→検証計画の立案
	6年	燃焼の仕組み	仮説の設定→検証計画の立案、観察実験の実施
中学校	1年	身の回りの物質	
	2年	電流とその利用	課題の把握→探究→解決
	3年	運動とエネルギー	

授業展開 第6～7時／8時

学習活動 (○生徒の活動、●教師の支援)

- 前時の学習を想起させる
- 前時の学習を想起させたうえで、追加の資料(火が燃える前後の空気の変化のグラフ)を示す。
- 資料から仮説を設定する。

容器の中で火が消えたのは、
【仮説①】酸素が減ったからなのだろう。
【仮説②】二酸化炭素が増えたせいだろう。

- 火が消えた原因について調べる方法を考える。
- 実験用気体の作り方とキャンディチャートについて知る。
- 仮説ごとにグループを作り、次時の実験の計画を立てる。
- 思考ツール「キャンディチャート」を紹介し、火を消やす事象の中の気体の割合とその結果、なぜそうなると思うかを考えられるようにする。
- 火が消えた原因が酸素の割合の低下にあると考えるのか、二酸化炭素の割合の増加にあると思うのか、自分の考えを明確にして考えるように助言する。
- 各グループが考え人工空気を作り、燃焼実験を行う。
- 結果の見通しを持たせるように助言する。

二酸化炭素が火を消したのではなく、酸素の割合が減ることが火が消えなくなる原因だ、ように助言する。

板書の例 第6時

主体的・対話的で深い学びにむけて

- 予想が確かめられた場合に得られる結果の見通しをもち、共有する場面を設定する。時の学習を想起することで、酸素と二酸化炭素の割合について、文や図、思考ツールなどを用いて予想を整理し、それを基に仮説や目的を設定する。
- 解決の方法を先感した後、自分の予想したことが確かめられた場合に得られる結果の見通しを行う。さらに、自分の独自の検証結果の見通しを共有することで、自分だけでなく他者の予想や実験結果の見通しも捉えた上で実験を行うことができるようにしている。

「質的・実体的」な見方を働かせるための工夫

- 何らかの質的な変化があった時に、その中の粒子の状態がどうなっているのかという視点。小学校では「物レベル」、中学校では「物から物質レベル(分子・原子)」でとらえさせる。本時では「空気」という「物レベル」で注目させる。

「条件制御」の考え方を働かせるための工夫

思考ツール【キャンディチャート】の活用

- 実験結果の見通し、検証計画を立てる際に思考ツール【キャンディチャート】を用いる。
- キャンディチャートは予想することを助けるツール。予想は一定の条件を設定して、キャンディ部分に記入する。条件について何らかの要素を「もし～なら」キャンディの左の「ひねり」に記入する。
- 既定したことに対して予想がはずれようにならないように、理由や根拠を「なら～」の右の「ひねり」に記入する。

もし～なら (人工空気の組成) 燃焼50% 二酸化炭素50% の空気だったら

うしろの穴をいれたいらば燃焼しよう。

なぜなら 二酸化炭素がまだなくて酸素がまだあるから

人工空気の組成 酸素50% 二酸化炭素50%

- 自分で作成するキャンディの数は1つでもいいし、2つ、3つ作成しても構わない。また、グループごとの仮説を並べて、他者の仮説を実験結果の見通しを共有する際にも使用することができる。

もし酸素90% 燃焼10% の空気だったら

うしろの穴をいれたいらば燃焼しよう。

なぜなら 二酸化炭素がまだなくて酸素がまだあるから

酸素90% 二酸化炭素10%

図2 授業デザイン集の例

2 指導資料

科学的に探究する学習を実践するための、道具として活用する資料を5種類、計10点作成した。児童生徒が探究の過程を学ぶ「理科の学習の進め方ポスター」及び、理科の見方・考え方を学ぶ「理科の見方ポスター」「理科の見方動画」「思考ツール活用ポスター」がある。また、「探究授業及び学習課題例一覧」は、教員が探究する授業に取り組みやすくするための学習課題例を示したものである。

(1) 理科の学習の進め方ポスター

理科は、探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ることが重要である。この過程をポスターとして掲示し、授業内で活用しながら進め

ることで、教員だけでなく、児童生徒にとっても学習過程の見通しがもてるように作成した。小学校学習指導要領解説理科編において、「児童が見通しをもつことの意義」について、以下のように示されている。

「児童は、既習の内容や生活経験を基にしながら、問題の解決を図るための根拠のある予想や仮説、さらには、それを確かめるための観察、実験の方法を発想することになる。これは、児童が自分で発想した予想や仮説、そして、それらを確かめるために発想した解決の方法で観察、実験などを行うということであり、このようにして得られた観察、実験の結果においても、自らの活動としての認識をもつことになる。このことにより、観察、実験は児童自らの主体的な問題解決の活動となるのである。」

また、中学校学習指導要領解説理科編において、「資質・能力を育成する学びの過程についての考え方」について、以下のように示されている。

「探究の過程全体を生徒が主体的に遂行できるようにすることを旨とするとともに、生徒が常に知的好奇心を持って身の回りの自然の事物・現象に関わるようになることや、その中で得た気付きから疑問を形成し、課題として設定することができるようになることを重視すべきである。」

このように、理科の学習を進めるにあたり、教員が課題を与えたり実験方法を提示したりするのではなく、児童生徒が見通しをもち、自然の事物・現象に対して課題を設定し、その解決のための観察、実験の方法を発想する過程を何度も経験することが、科学的に探究する態度を養うために重要である。

理科の学習の進め方ポスター（次ページ図4・図5）は、中学校学習指導要領解説理科編に示された探究の過程（図3）と関連させ、「仮説の設定」や「結果の処理」などといった探究の過程を示し、その時の具体的な様子の例をイラストと吹き出しを用いて児童生徒に親しみやすい構成にした。小学校版、中学校版ともに、QRコードから、「課題の設定」や「考察・推論」など八つの探究過程での具体例やポイント（次ページ図6）を読み取れるようにした。

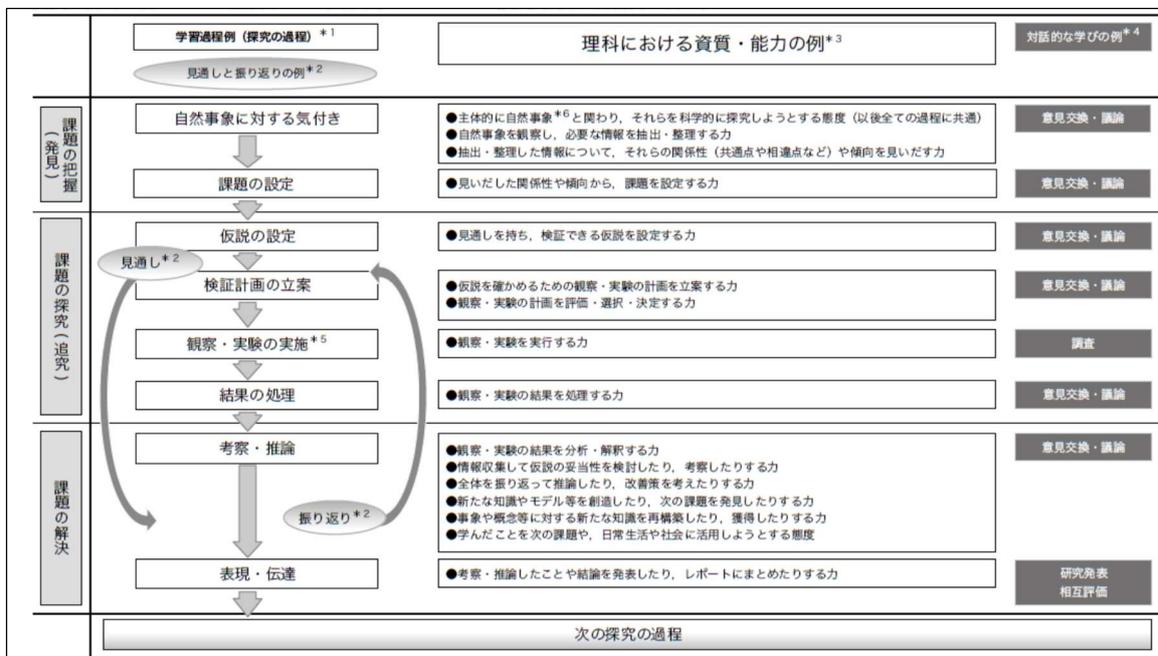


図3 資質・能力を育むための重視すべき学習過程のイメージ

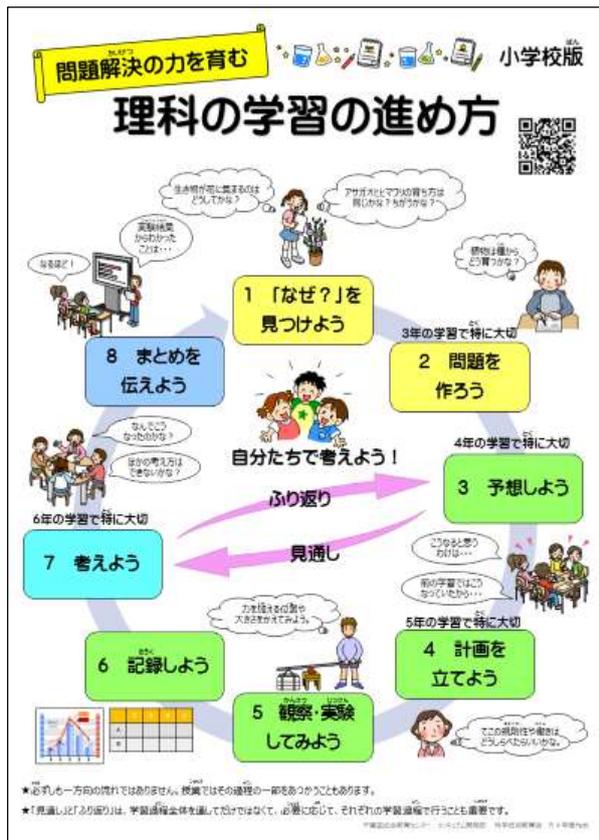


図 4 理科の学習の進め方ポスター（小学校版）

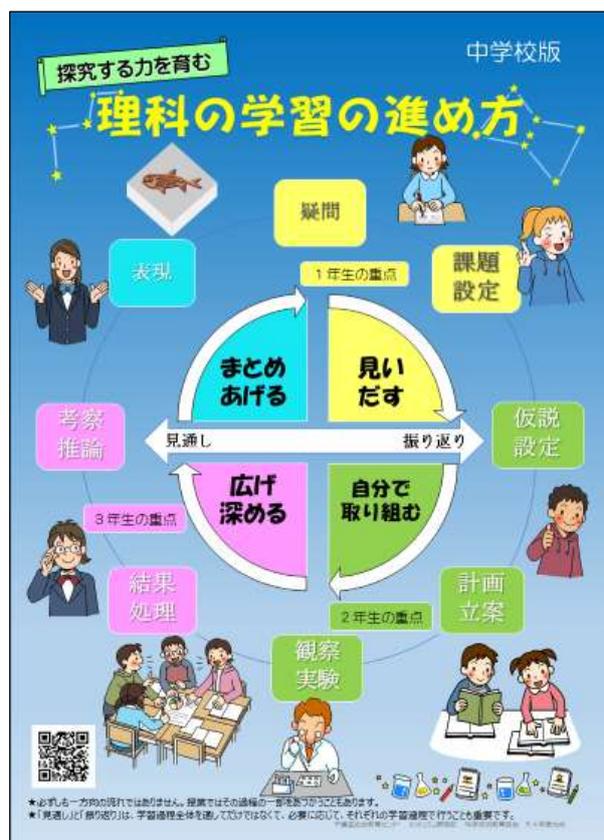


図 5 理科の学習の進め方ポスター（中学校版）

3 予想しよう（仮説の設定）

作った問題について自分なりの考え、予想をたてよう！

《例えば・・・》
 「かん電池の向きを変えると電流の向きはかわるだろうか？」という問題を作った時・・・

この間のモーターを回す学習で、かん電池の向きを変えてもモーターは回ったから電流の向きは変わらないと思うよ。

かん電池の向きを変えると電流の向きが変わったかどうか知るにはどうしたらわかるのかな？

おもちゃにかん電池を入れるとき、入れる向きが決まっているから、かん電池の向きを変えると電流の向きは変わると思うよ。

考えるのがむずかしいときは他の人の意見を参考にしよう！

ポイント！
 ふだんの生活で経験したことや、これまでに学んだことと関係づけて予想しよう！
 なぜそう予想したのか、理由もつけられるとよい！

図 6 QRコードから読み取れる情報の例（各過程での具体例やポイント）

(2) 理科の見方ポスター

平成29年改訂学習指導要領（以下「学習指導要領」という）では、問題解決の過程において、自然の事物・現象をどのような視点で捉えるのかという「見方」については、理科を構成する領域ごとに整理されている。自然の事物・現象を、「エネルギー」を柱とする領域では「量的・関係的」な見方、「粒子」を柱とする領域では「質的・実体的」な見方、「生命」を柱とする領域では「共通性・多様性」の見方、「地球」を柱とする領域では「時間的・空間的」な見方で示されている。ただし、これらは領域固有のものではなく、その強弱はあるものの、他の領域でも用いられる見方である。

また、探究の過程において、これらの見方を必要に応じて組み合わせることも大切である。そして、児童生徒が「見方」を習得していくことにより、様々な情報を見極め、知識の概念的実現し、情報を再構成するなどして新たな価値につなげられるようになることが求められている。そこで、自然事象に対する気づきの例を示すポスターを作成した。

理科の見方ポスター小学校版（図7）は、千葉県の花である「なのはな」を題材に、「なのはなは他の花と比べて、たくさんの小さな花がついている。（量的・関係的な視点）」や「なのはなに似た植物はどう種類分けするのか？（共通性・多様性の視点）」など、四つの視点でなのはなを見たときの捉え方を具体的な例で示し、小学生が身近な植物である「なのはな」を、普段とは異なる視点で捉えることができるようにまとめたものである。中学校版（図8）は「ろうそく」を題材に、「びんの中の酸素がなくなるまでろうそくを燃やすとどうなるだろう？（量的・関係的な視点）」や「ろうそくの芯は燃えていないが、どうしてだろう？（質的・実体的視点）」など、四つの視点でろうそくを見たときの捉え方を具体的な例で示し、生徒が新たな視点で燃焼を捉えることができるようにまとめたものである。



図7 理科の見方ポスター（小学校版）



図8 理科の見方ポスター（中学校版）

(3) 理科の見方動画

小学校3年生は、初めて理科を学習する学年である。児童が理科の学習に取り組みやすくなることを目的に作成した。前述の「理科の見方ポスター」に掲載しているQRコードから見るができる。

登場人物はひろし君と博士であり、ひろし君が四つの理科の見方を自ら見出せるように、博士がアドバイスをしていく内容になっている。図9は、先の図7「理科の見方ポスター（小学校版）」のうち、質的・実体的な視点に関して、その捉え方を二人のやりとりを通して具体的に示したものである。内容としては、ひろし君がなのはなの匂いについて、目で見ることにはできないが、鼻で感じるができることから、同じ形や色をしたなのはなの偽物を作り、本物と比べればチョウは本物にだけくるはずだと考え、検証方法を導き出す過程の場面で構成した。

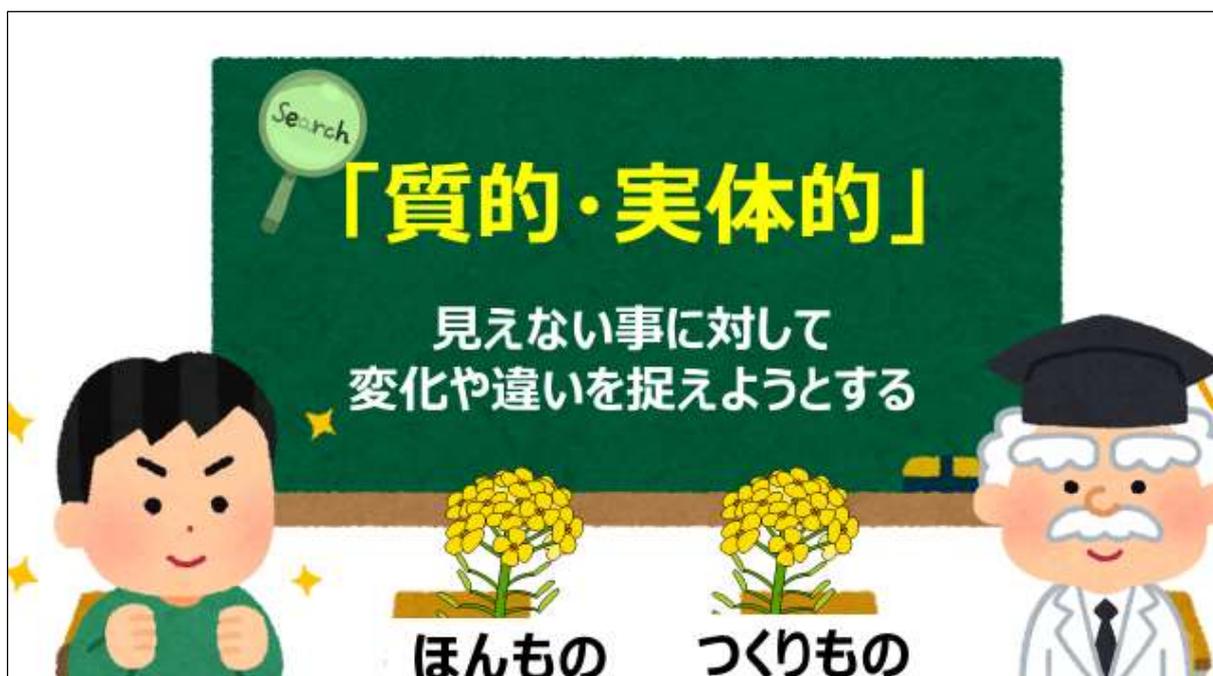


図9 理科の見方動画の例

(4) 思考ツール活用ポスター

生徒がどの思考ツールを使うか、判断・選択・活用していくことを支援するものとして小学校版（次ページ理科の学習を進める上で、「深い学び」を実現していくためには、思考ツールをいかに活用し、理科の考え方を働かせるかということが肝要である。

ア 理科の考え方

児童生徒が問題解決の過程で用いる、比較、関係付け、条件制御、多面的に考えることなどといった考え方である。学習指導要領では、問題解決の過程において、どのような考え方で思考していくかという「考え方」について、これまで理科で育成を目指してきた問題解決の能力を基に整理している。

イ 思考ツール

思考ツールはアイデアや問題を視覚化したり、考えや情報を整理したりするために使用するものであり、「ベン図」や「クラゲチャート」「キャンディ・チャート」などがある。また、思考ツールは、児童生徒が学んだことのつながりを明確にしたり、これを基に友達同士で意見を共有したりする際にも使用できるものである。そして、児童生徒が思考ツールに書き出した内容を基に、教員が記録のための評価をすることもできる。

ウ 思考ツール活用ポスター

小学校学習指導要領解説理科編では、「深い学び」について以下のように示されている。

「『理科の見方・考え方』を自在に働かせ、自然の事物・現象に関わることができる児童は、どのような視点で自然の事物・現象を捉え、どのような考え方で思考すればよいのかを自覚しながら、自然の事物・現象に関わることができるということである。それは、自然の事物・現象から問題を見だし、予想や仮説をもち、その解決方法を考えたり、知識を関連付けてより深く理解したりすることに向かう『深い学び』を実現することになるのである。」

このような深い学びの実現に向けて、「思考ツール」の活用により、理科の考え方を働かせることができる場面がないか検討した。そこで、思考ツールそのものの特徴を説明したポスターを資料として提示し、児童図 10) と中学校版 (次ページ図 11) を作成した。

また、理科の考え方 (思考スキル) と思考ツールの関係を視覚化することを考え、一覧表 (次ページ図 12) を作成した。これは、思考スキルと思考ツールの関係が一目でわかるようにしたものである。さらに、思考ツールの絵をクリックすると、ワークシートがダウンロードできるようにした。また、ポスター下部に掲載したQRコードを読み取るかクリックすると、思考ツールの「具体例」や「ワークシート」「スライド資料」などをダウンロードできるように工夫した。この一覧表は、児童生徒が授業で教員から指示された思考ツールを使うのではなく、児童生徒がどの思考ツールを使うのかを選択できるようにしたいと考え作成したものである。この一覧表は、「思考ツール活用ポスター」のQRコードからダウンロードできるようにしている。

また、教員向けに、思考ツールの具体的な使用方法の例を示したものも作成した。これは、理科準備室等へ掲示して活用されることを想定している (次ページ図 13)。

思考ツールを使ってみよう 小学生向け

くらべる・なかまわけする

ベン図

① 2つの集合の間に、よく似たところがある。
② 2つの集合が重なっているところは、両方とも共通するところがある。
③ 重なっていないところは、それぞれにだけあるところがある。

座標軸

① 比べるべきものを、たてよこに並べたときに、それぞれをグループに分けてみる。
② 似たところをグループ分けする。
③ 似たところをグループ分けして、よく似たところをグループ分けする。
④ 似たところをグループ分けして、よく似たところをグループ分けする。

つなげる

イメージマップ

① 中心の言葉に思い浮かぶことを、まわりに書き出す。
② 中心の言葉に思い浮かぶことを、まわりに書き出す。
③ 中心の言葉に思い浮かぶことを、まわりに書き出す。

条件に目を向ける

表 (マトリックス)

① 条件を比べて、似たところをグループ分けする。
② 似たところをグループ分けする。
③ 似たところをグループ分けする。

いろいろな面から考える

クラゲチャート

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

予そうする

キャンディ・チャート

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

いろいろな面から考えてせりする

フィッシュボーン

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

ふりかえる

KWL チャート

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

図 10 思考ツール活用ポスター (小学校版)

「理科の考え方」を働かせよう 思考ツールを使ってみよう 中学生向け

比較する・分類する

ベン図

① 2つの集合 (A, B) をそれぞれの外に書く。
② 2つの集合の重なる部分に A と B の両方についていることを、両集合にだけあることを、両集合にだけあることを、両集合にだけあることを書く。
③ 2つの集合の重なる部分に A と B の両方についていることを、両集合にだけあることを、両集合にだけあることを書く。

座標軸

① 比べるべきものを、たてよこに並べたときに、それぞれをグループに分けてみる。
② 似たところをグループ分けする。
③ 似たところをグループ分けする。

関係づける

イメージマップ

① 中心の言葉に思い浮かぶことを、まわりに書き出す。
② 中心の言葉に思い浮かぶことを、まわりに書き出す。
③ 中心の言葉に思い浮かぶことを、まわりに書き出す。

条件を制御する

マトリックス

① 条件を比べて、似たところをグループ分けする。
② 似たところをグループ分けする。
③ 似たところをグループ分けする。

多面的に考える

クラゲチャート

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

予想する (立案する)

キャンディ・チャート

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

多面的に考える (構造化)

フィッシュボーン

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

振り返る

KWL チャート

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

図 11 思考ツール活用ポスター (中学校版)

思考スキルと思考ツールの関係

思考スキル	Yチャート	Xチャート	Wチャート	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	フィッシュボーン	KWLチャート
発見する	Y	X	W	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	フィッシュボーン	KWLチャート
アイデアを出す	イメージマップ (中心アイデア)	Yチャート	Xチャート	Wチャート	クラゲチャート	クラゲチャート	クラゲチャート	クラゲチャート
多角的に見る	マトリックス (表)	Yチャート	Xチャート	Wチャート	クラゲチャート	クラゲチャート	クラゲチャート	クラゲチャート
分類する	ベン図	座標軸	マトリックス (表)	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	クラゲチャート	クラゲチャート
整理する	マトリックス (表)	マトリックス (表)	マトリックス (表)	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	クラゲチャート	クラゲチャート
多角的に見る	Yチャート	Xチャート	Wチャート	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	フィッシュボーン	KWLチャート
発見する	フィッシュボーン (原因結果)	クラゲチャート	クラゲチャート	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	フィッシュボーン	KWLチャート
比較する	ベン図	座標軸	マトリックス (表)	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	フィッシュボーン	KWLチャート
関係づける	イメージマップ (中心アイデア)	イメージマップ (中心アイデア)	イメージマップ (中心アイデア)	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	フィッシュボーン	KWLチャート
整理する	KWLチャート	マトリックス (表)	マトリックス (表)	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	フィッシュボーン	KWLチャート
分類する	マトリックス (表)	マトリックス (表)	マトリックス (表)	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	フィッシュボーン	KWLチャート
広げる	イメージマップ (中心アイデア)	クラゲチャート	クラゲチャート	クラゲチャート	フィッシュボーン	クラゲチャート	フィッシュボーン	KWLチャート

図 12 思考スキルと思考ツールの関係

「理科の考え方」を働かせよう 思考ツールを使ってみよう 教員向け

比較する

ベン図

① 2つの集合 (A, B) をそれぞれの外に書く。
② 2つの集合の重なる部分に A と B の両方についていることを、両集合にだけあることを、両集合にだけあることを書く。
③ 2つの集合の重なる部分に A と B の両方についていることを、両集合にだけあることを、両集合にだけあることを書く。

座標軸

① 比べるべきものを、たてよこに並べたときに、それぞれをグループに分けてみる。
② 似たところをグループ分けする。
③ 似たところをグループ分けする。

関係づける

イメージマップ

① 中心の言葉に思い浮かぶことを、まわりに書き出す。
② 中心の言葉に思い浮かぶことを、まわりに書き出す。
③ 中心の言葉に思い浮かぶことを、まわりに書き出す。

条件を制御する

マトリックス

① 条件を比べて、似たところをグループ分けする。
② 似たところをグループ分けする。
③ 似たところをグループ分けする。

多面的に考える

クラゲチャート

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

予想する (立案する)

キャンディ・チャート

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

多面的に考える (構造化)

フィッシュボーン

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

振り返る

KWL チャート

① 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
② 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。
③ 中心の言葉に、いろいろな面から思い浮かぶことを書き出す。

図 13 思考ツール活用ポスター (教員向け)

(5) 探究授業及び学習課題例一覧

知識を一匹の魚に例えると、授業デザイン集や各種ポスター、思考スキル等は、知識という魚を釣るための、竿や餌、仕掛けに相当する道具である。それに対し「探究授業及び学習課題例一覧」は、漁場に相当し、道具を駆使してどこで探究する授業ができるのかを示したのものである。児童生徒が目を輝かせて授業に取り組むようになるであろう学習課題の例を示すことで、より多くの教員が取り組みやすくなることを目指している。これも小学校版(図14)と中学校版(図15)の2種類を作成した。

学年	単元	授業で働かせたい理科の見方・考え方	育成したい資質・能力	備考
学習課題例				
6	ものの燃え方	質的・実体的条件を制御する	検証計画の立案 考察・推論	底のない集気びんと粘土を使用。まず、大小2つの集気びんを使って、燃えるために必要なものを考えさせる。温まった空気が出ていく穴が上方、空気を新たに取り入れる穴が下方に必要であることを見出させる。
3	植物の育ち方	多様性と共通性を比較する	分析・解釈 表現	レンコンは、「こん」とついているが、種は違うか?それとも「穴」があるから葉は違うか?他の野菜はどうだろうか?半年は葉、それとも葉?
私たちは、野菜のどの部分を食べているのだろうか。				
3	太陽と地面の様子	時間的・空間的比較する	検証計画の立案 考察・推論	午前と午後に関係性を行い、体験したことを誰に自分なりの問題を見出す。
どのようにしたらかげふみがより上手にできるだろうか?				
3	太陽と地面の様子	時間的・空間的比較する	検証計画の立案 考察・推論	時間とともに、影はどのように動くのか、日なたと日陰にはどのような違いがあるのかなどをまとめ、影ふみのコツを考える。
これまで学んだことをまとめ、かげふみブックをつくらう。				
4	わたしたちの体と運動	多様性と共通性を比較する	検証計画の立案 考察・推論	キリンのひざと思われている所が、足首であることを、足の形から見出す。
ヒト、イヌ、キリンの足の骨の形から、キリンの足首はどこか考えよう。				
4	金属、水、空気と温度	量的・関係的関係付け・条件制御	観察・実験の実施 分析・解釈	注射器、リード線、電子ブザー、アルミ箔、針金、クリップを使用。お湯につけると注射器内の空気が膨張し、針金とアルミ箔が接触して音が鳴るように作成する。
火災報知器はどのように熱と感知しているのだろうか?				
5	ものの溶け方	量的・関係的関係付け・条件制御	観察・実験の実施 分析・解釈	食塩をお茶パックに入れてから、溶かし、5本の見た目をほぼ同じように工夫する。見極め見分ける方法を考え、実践させる。
3本のメスリンダーに入っている溶は、次のA~Cのそれぞれどれでしょう? A・食塩を底に沈めてよくかき混ぜた液 B・食塩を底に沈めたまま放置した液 C・ただの水				
6	てこの規則性	量的・関係的関係付け・条件制御	観察・実験の実施 分析・解釈	てこの原理は、①支点が力点と作用点の間にあるベンチ・パル型②作用点と力点の間にある釣ばね型③力点と作用点の間にないタイプがあり、①②③は小さな力を大きな力にする。爪切りは、②と③が組み合わさっている。
爪切りの力点・支点・作用点はどこなのだろうか?				

図14 探究授業及び学習課題例一覧(小学校版)

学年	単元	授業で働かせたい理科の見方・考え方	育成したい資質・能力	備考
学習課題例				
1	粒子 状態変化と熱	質的・実体的多面的に考える	考察・推論	ろうそくの火を網で分断して様子を観察すると、火の真ん中には空洞があり、燃えていないことをヒントにする。ろうそくが状態変化し、可燃性の気体となって燃えていることに気付かせる。
ろうそくの火を消し、その煙に火をつけると、再びろうそくの火がつくのはなぜか?				
2	生命「根・茎・葉のつくりと働き」	多様性と共通性を条件制御	検証計画の立案 考察・推論	最初に葉にビニール袋を付けて放置し、中に水が溜まっていることを見せる。葉の表・裏や葉の気孔の位置などを調べる方法を考えさせる。
植物の水の出口はどこにあるのかを調べる条件について考え、実験計画を立てよう。				
3	エネルギー「水中の物体に働く力」	量的・関係的関係付け	検証計画の立案 考察・推論	浮力を示すで見せる。また浮力が、密度・体積、水の深さなどの何に関係しているのか予想させた後に実験する。
浮力の大きさは何に関係しているのだろうか?				
3	生命「生物の殖え方」	多様性と共通性を定量的に関係付ける	検証計画の立案 分析・解釈	タラコは2つで一つであり、約20~30の卵。例として300個の卵の重さや体積から関連付けて考えさせる。
タラコ(一腹)の卵はいくつだろうか?				
3	地球「惑星と恒星」	時間的・空間的多面的に考える	検証計画の立案 振り返り	南北一直線の2地点の「距離」と、GPS(スマホ)を使った緯度差から、地球の円周(約4万km)を求める。校庭で実験したり、google mapを利用して考えさせることができる。 円周=距離(km)÷緯度差÷360
紀元前のエラトステネスの方法を参考に、地球の大きさ(円周)を測定しよう。				
3	地球「月や金星の運動と見え方」	時間的・空間的多面的に考える	観察・実験の実施 分析・解釈	月の満ち欠けの写真を導入して見せる。太陽と月と地球の位置関係から、電球やボール、電線ステアールなどを使って、視覚的にわかりやすく考えさせる。
なぜ月は満ち欠けするのだろうか? ~モデルを作製しよう~				
3	地球「月や金星の運動と見え方」金星の運動と見え方	時間的・空間的多面的に考える	表現	①太陽と地球の距離、太陽と火星の距離=2:3 ②地球が180度公転する間に火星は90度公転する ③地球の180度公転区間と火星の90度公転区間をそれぞれ7区間に分ける ④4区間目に、太陽と地球と火星が一直線に見えるように仮定する。
なぜ火星は逆行するのだろうか?				
3	様々な物質とその利用	質的・関係的比較する	検証計画の立案 振り返り	あらかじめ、5種類のプラスチック(PE、PS、PET、PVC)の性質を「水・食塩・エタノールへの浮き沈み」と「パイルシミュレーション」で調べる。その後、判別方法を考えさせる。
未知のプラスチックを判別する実験方法を見つけよう。				

図15 探究授業及び学習課題例一覧(中学校版)

3 実態調査

ここでは、平成30年度全国学調と小・中学校の初任者及び、中堅教員の理科指導等における実態調査をもとに述べる。

(1) 平成30年度全国学力・学習状況調査から

国立教育政策研究所による平成30年度全国学調における学校質問紙調査結果資料の分析結果から、千葉県が全国平均よりやや高い項目を以下に挙げる。

ア 小学校

「好奇心や意欲を喚起する工夫(次ページ図16)」「科学的体験・自然体験をする授業(次ページ図17)」があり、小学校教員は児童の好奇心や意欲が喚起されるよう、科学的体験や自然体験の機会を増やし、授業内容を工夫していることが考えられる。このことから、科学に対する児童の好奇心や意欲の喚起のために、本研究の授業デザイン集及び指導資料(特に探究授業及び学習課題例一覧)を示すことが有効な手立ての一つであると考えられる。

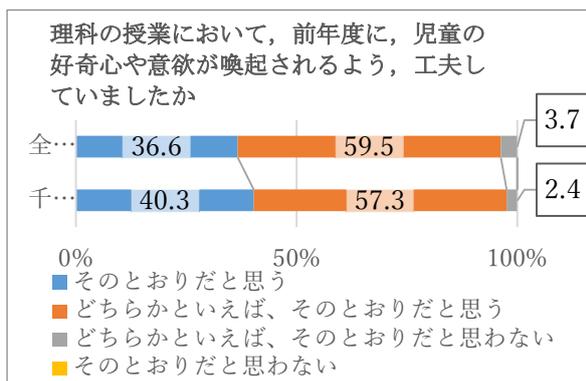


図 16 好奇心や意欲を喚起する工夫 (小学校)

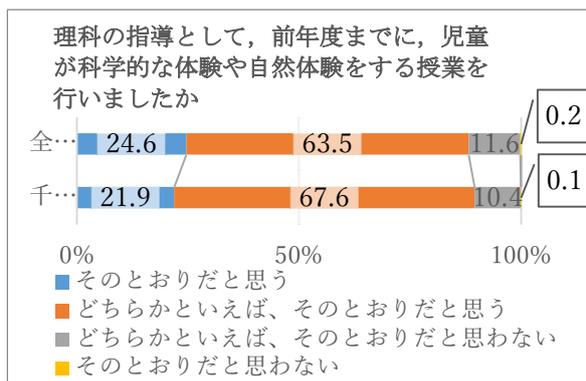


図 17 科学的体験・自然体験をする授業 (小学校)

イ 中学校

「観察や実験のレポート作成方法に関する指導 (図 18)」がある。この結果から、千葉県の中学校教員は、「観察・実験」「結果の処理」「考察・推論」の各過程に関して、意識的に指導を行っていることが考えられる。このことから、中学校教員の指導技術向上に本研究の授業デザイン集及び指導資料 (特に理科の見方ポスター) を示すことが有効な手立ての一つであると考えられる。

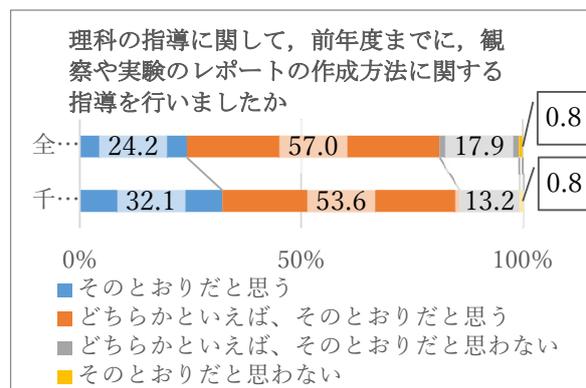


図 18 観察や実験のレポート作成方法に関する指導 (中学校)

ウ 小・中学校

「自由研究や課題研究などの家庭学習の課題を与えた」項目において、小学校では全国平均より高く (図 19)、中学校では著しく高い状況であった (図 20)。

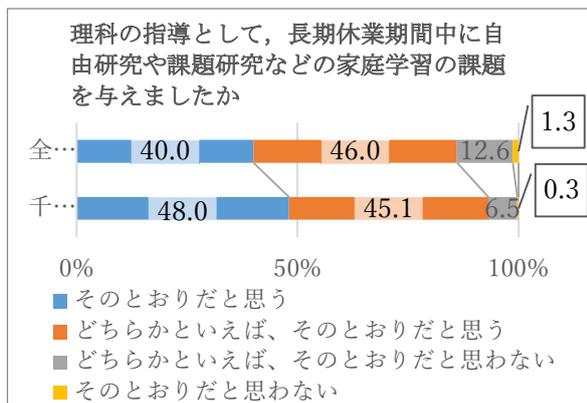


図 19 自由研究や課題研究などの家庭学習の課題を与えた (小学校)

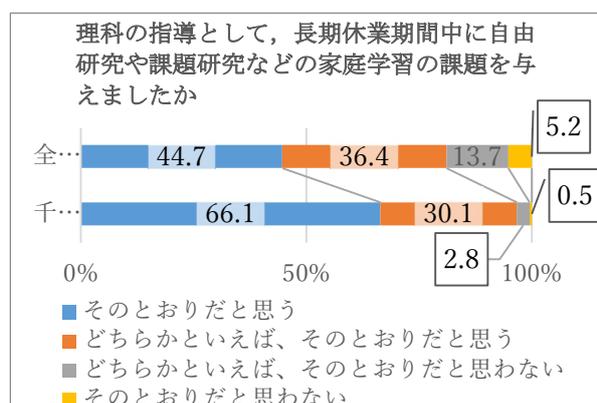


図 20 自由研究や課題研究などの家庭学習の課題を与えた (中学校)

これらから、千葉県の小・中学校教員は、自由研究や課題研究に対して特に高い意識を持っており、長期休業期間前に、児童生徒へ本研究の授業デザイン集及び指導資料 (特に理科の学習の進め方ポスター) を示すことが、自由研究や課題研究の完成度を高めるために有効な手立ての一つであると考えられる。

(2) 小・中学校の初任者及び、中堅教員の理科指導等における実態調査から

小・中学校の教員が理科の授業を進める上で困っていることや課題などを把握するとともに、校種、経験層特有の傾向が把握できれば、授業デザイン集や指導資料の改善に生かせると考え、アンケートによる実態調査を実施した。

令和3年6月から12月の間に、小・中学校の初任者研修と、中堅教諭等資質向上研修（教職経験5～8年目の教員対象）受講者にアンケート調査の協力を依頼し回答を得た。研修の実施時期や参加人数等には、ばらつきがあることを前提に特徴を示す（グラフの数値は小数第一位を四捨五入した割合）。

ア 探究授業の実践に向けて（理科の指導方法の工夫）

探究授業の実践に向け、小学校教員には「理科の指導は自分で工夫しながら進めているか?」、中学校教員には「課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決という探究の過程を意識した授業を行っているか?」を問うた結果を図21から図24に示す。

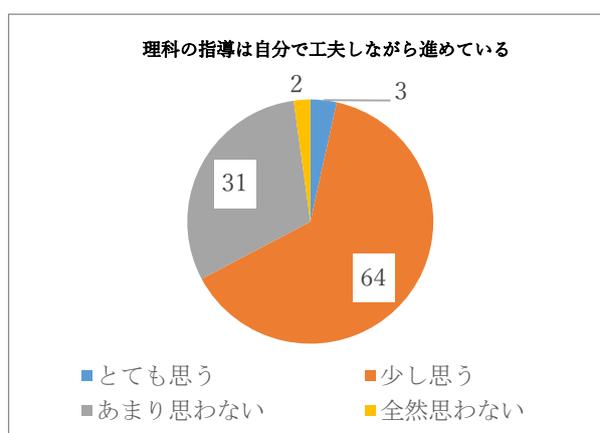


図 21 小学校初任者 (n=232)

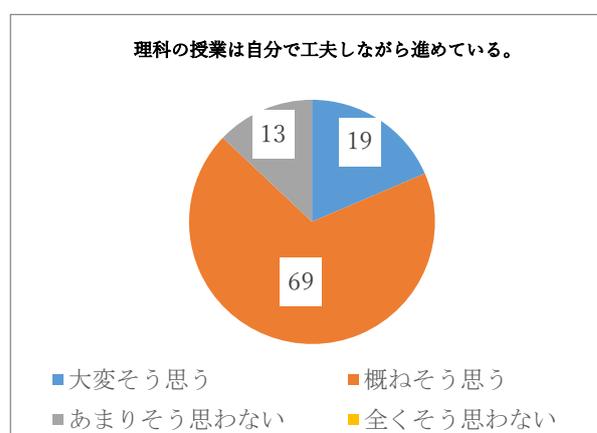


図 22 小学校中堅教諭等 (n=124)

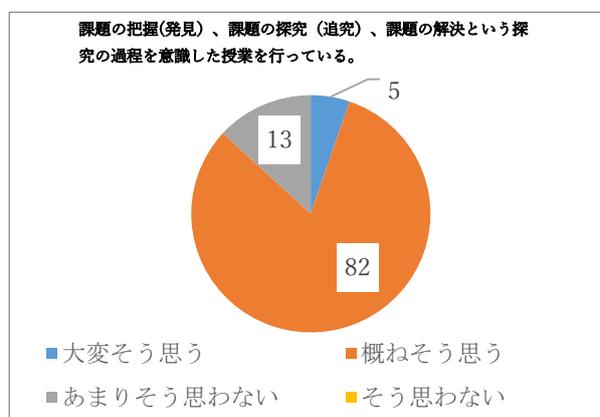


図 23 中学校初任者 (n=38)

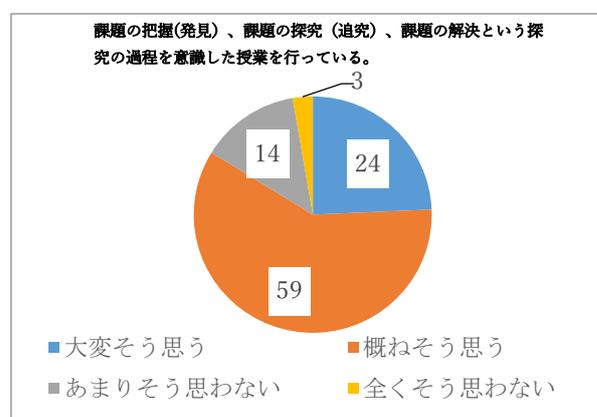


図 24 中学校中堅教諭等 (n=37)

小学校中堅教諭等と中学校初任者及び中学校中堅教諭等が、「大変そう思う」や「概ねそう思う」と肯定的に答えた割合は8割以上と高いことがわかる。しかし、小学校初任者が「全然思わない」や「あまり思わない」と否定的に答えた割合は33%と、三人に一人いることがわかる。このことから、小学校初任者においては、探究する授業の実践に向けて、理科の指導方法を工夫する教員の割合を更に増やすことが大切であり、本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に理科の授業の進め方ポスター）を示すことが有効な手立ての一つであると考えられる。

イ 物理・化学・生物・地学の各分野に対する不安について

小学校初任者が理科の4分野において、どの分野に不安があるのかを問うた結果を図 25 から図 28 に示す。

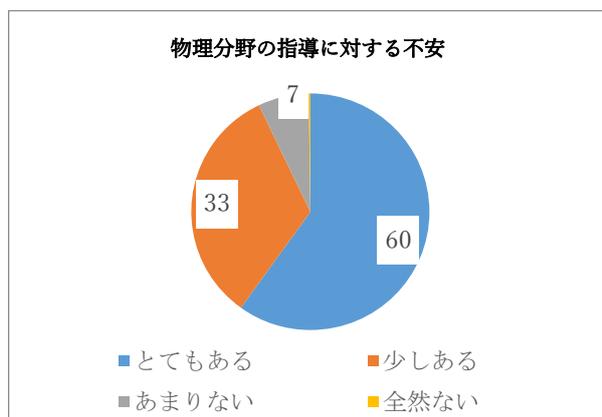


図 25 物理分野 (小学校初任者 $n=449$)

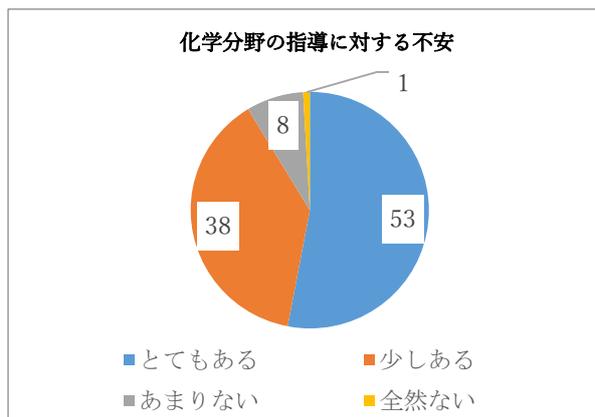


図 26 化学分野 (小学校初任者 $n=449$)

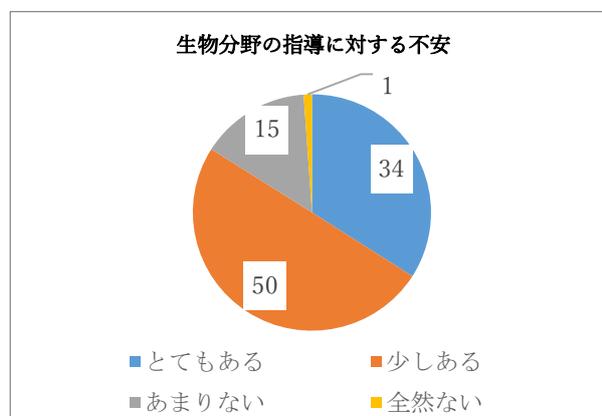


図 27 生物分野 (小学校初任者 $n=449$)

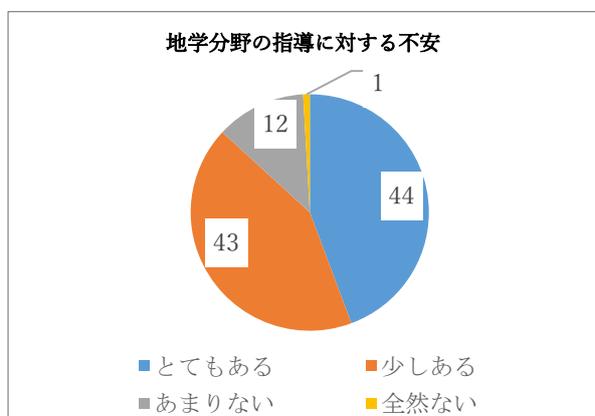


図 28 地学分野 (小学校初任者 $n=449$)

物理分野及び化学分野に対して不安が「とてもある」や「少しある」と答えた小学校初任者の割合が9割を超えている。同様に生物分野と地学分野に対して不安が「とてもある」や「少しある」と答えた小学校初任者の割合は8割を超えていた。これらのことから、本研究の授業デザイン集及び指導資料によって「理科の見方・考え方」を教員が学ぶことにより、各分野に対しての不安が少しでも軽減されるのではないかと考える。

ウ 理科の見方・考え方について

理科の授業において、「自然の事物・事象を、量的・質的な関係や、時間的・空間的な関係などの科学的な視点でとらえ、比較したり、関係付けたりするなど、いわゆる見方・考え方を意識した授業を展開しているか?」と、小学校中堅教諭等と中学校初任者及び中堅教諭等に問うた結果を図 29 から図 31 に示す。

「全くそう思わない」や「あまりそう思わない」と否定的に回答した割合は、小学校中堅教諭等が20%、中学校初任者が34%、中学校中堅教諭等が22%であった。このことから、特に中学校初任者に

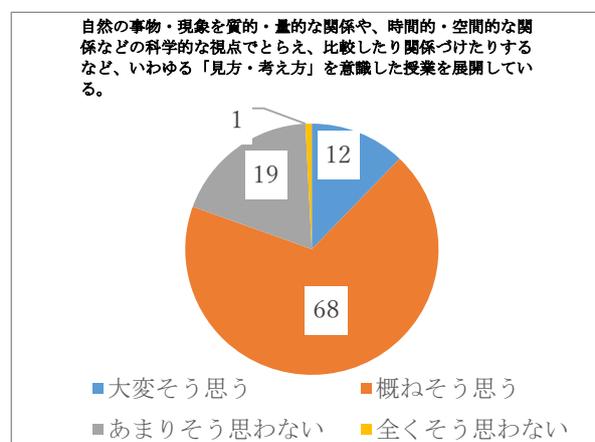


図 29 小学校中堅教諭等 ($n=123$)

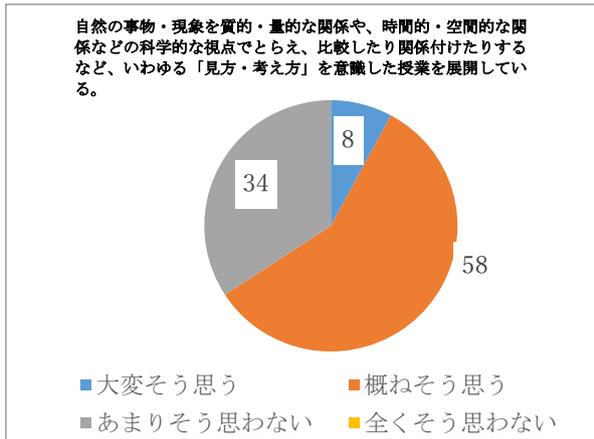


図 30 中学校初任者 (n =38)

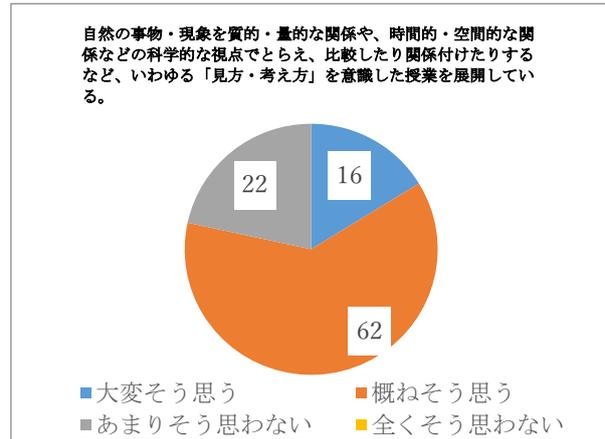


図 31 中学校中堅教諭等 (n =37)

において、理科の見方・考え方を意識した授業を展開するために、本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に理科の見方ポスター）を示すことが有効な手立ての一つであると考えます。

エ 思考ツールについて

思考ツールの使用により、「児童・生徒が思考ツールを使うことで、児童・生徒は集めた情報から自分の考えを作り出せたと感じますか。」と、小学校中堅教諭等と中学校初任者及び中堅教諭等に問うた結果を図 32 から図 34 に示す。

「大変そう思う」や「概ねそう思う」と肯定的に答えた割合は、中学校初任者では 100%、中堅教諭等では 8 割以上と高い割合を示した。しかしながら、中堅教諭等では、「あまりそう思わない」と答えた割合が小学校で 19%、中学校で 13%であり、児童生徒の思考ツール使用方法における理解が進んでいないことが考えられる。これらのことから、さらに思考ツールの有効性と利便性を広く普及することが必要である。そのために、本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に思考ツール活用ポスター）を示すことが有効な手立ての一つであると考えます。

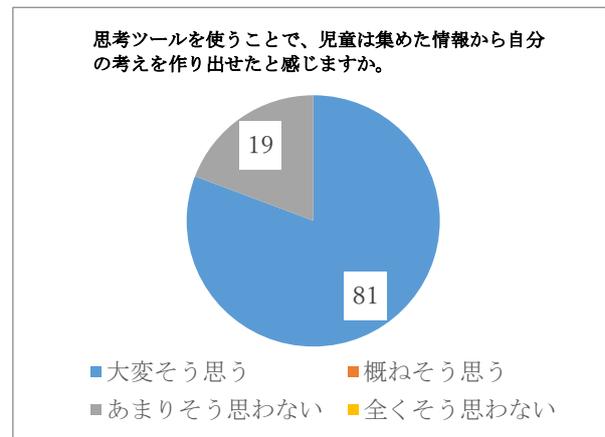


図 32 小学校中堅教諭等 (n =52)

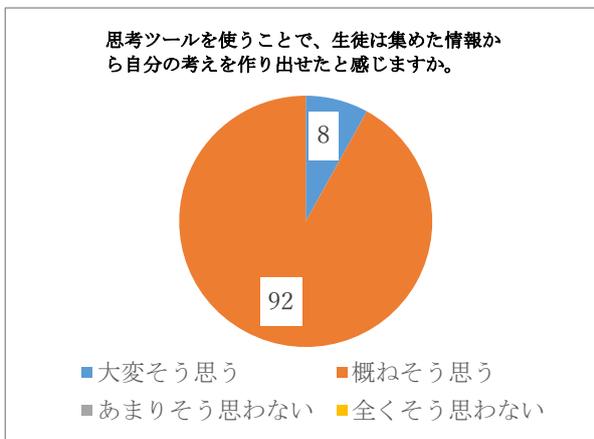


図 33 中学校初任者 (n =25)

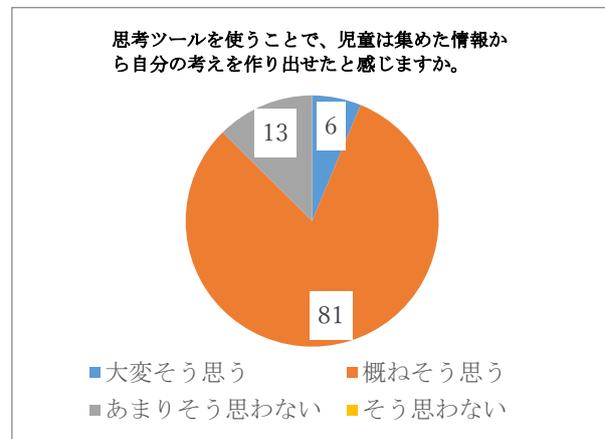


図 34 中学校中堅教諭等 (n =48)

オ 理科の授業を進める上での課題について

「理科の授業を進める上で、困ったことや課題は何か」という質問に対する自由記述の回答を、ユーザーカルテキストマイニングによる分析（<https://textmining.userlocal.jp/>）を行ったイメージを図35に示す。これは、小・中学校の全体を統合したものである。青が名詞、赤が動詞、緑が形容詞を示している。文字の大きさは出現頻度の多さを示している。実験、指導、薬品、実験器具、観察、注意点、授業、手立て、進め方といった事柄が課題となっていることがわかる。

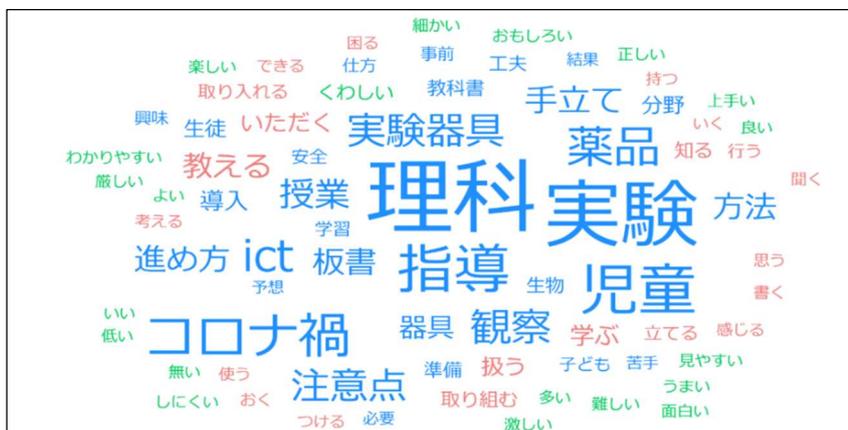


図 35 自由記述の計量テキスト分析（イメージ）

さらに、自由記述をKJ法を参考に分析し、校種別、経験層別の課題をまとめると以下の表2のようになる。

表 2 校種別・経験別の課題

	初心者	中堅
小学校	<ul style="list-style-type: none"> ・実験方法・授業の流れ ・導入、実験技能、薬品の取扱 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験方法・授業の流れ ・導入、実験技能、薬品の取扱 ・効果的な予備実験と準備 ・理科の見方を意識した指導
中学校	<ul style="list-style-type: none"> ・実験方法・授業の流れ ・ICT活用 ・事前準備、導入、評価、薬品の取扱を含む技能 ・理科の見方を意識した指導 ・思考ツールの理解と活用 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験方法・授業の流れ ・ICT活用 ・探究の過程を意識した授業 ・思考ツールの理解と活用

小学校教員においては、「導入、実験技能、薬品の取扱」、中学校教員においては、「ICT活用」と「思考ツールの理解と活用」に課題を感じていることがわかる。

また、校種・経験を問わず、「実験方法・授業の流れ」に課題を感じていることから、児童生徒の興味・関心を高める導入の在り方を含めた実験・授業の実践のため、本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に探究授業及び学習課題例一覧）を示すことが有効な手立ての一つであると考えられる。

そして、「探究の過程を意識した授業」を課題と捉えているのは、中学校の中堅教諭等だけである。中学校の中堅教諭等は、その必要性を認識はしているが、実践は容易なものではないと捉えていると考えられる。このことから、本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に理科の授業の進め方ポスター）を示すことが有効な手立ての一つであると考えられる。

V 研究実践の成果と今後

1 意識調査アンケート

(1) 概要

本研究の授業デザイン集及び指導資料が、児童生徒の資質・能力の向上に役立つものであるかどうか、その効果を測るために児童生徒向けアンケート「事前調査」及び「事後調査」（質問内容は事前調査と同様）を、令和4年7月から11月の間に行った。事前調査（小学校 $n=334$ 中学校 $n=219$ ）は、本研究

の授業デザイン集及び指導資料を使用する前のもので、事後調査（小学校 $n = 338$ 中学校 $n = 203$ ）は、本研究の授業デザイン集及び指導資料を使用した後のものである。

なお、アンケートは小学生向け（図 36）と中学生向け（図 37）と分けて行った。また、本研究の授業デザイン集及び指導資料が、教員の指導力向上に寄与するものであるかどうか、その効果を測るために教員向けのアンケート（ $n = 11$ ）も実施した（図 38）。

小学生向け	
1	学校名を答えて下さい。
2	クラスを答えて下さい。 ※A組は1組とする
3	何年生ですか？ ※小3～小6で選択
4	理科で学習したことで、もっと調べたいと思ったことはありますか？
5	理科のじゅぎょうで、かんさつ・じっけんをすることは好きですか？
6	ふだんの生活において、理科に関係していることでもっと知りたいことはありますか？
7	よそをたしかめるために、かんさつ・じっけんのやり方を、自分で考えますか？
8	よそとけっかがちがったとき、かんさつ・じっけんのやり方をたしかめたり、見直したりしていますか？
9	じっけんなどのけっかは、1つだけだと思いますか？
10	かんさつやじっけんのけっから、わかったことをまとめられますか？
11	友達と話し合うとき、自分の考えを友達にわかりやすく伝えることができますか？
12	友達と話し合うとき、友達の考えはよくわかりますか？
13	友達と話し合うことで、自分の考えがかわったり、くわしくなったりしますか？
14	まとめの時間、他に言えることはないか、考えていますか？
15	理科で学習したことを、ほかのべんきょうに使いたり、役立ったりしそうですか？
16	どうして15のように思いましたか？
17	理科の学習は大切だと思いますか？
解答 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う	
3. どちらかといえばそう思わない 4. 思わない	

図 36 小学生向けアンケート

中学生向け	
1	学校名を答えて下さい。
2	クラスを答えて下さい。 ※A組は1組とする
3	何年生ですか？ ※中1～中3で選択
4	理科の授業で、知識を理解したことから、新しい疑問がうまれたことはありますか？
5	理科の授業で、観察・実験することは好きですか？
6	自然の事物・現象をもっと知りたいと思いませんか？
7	予想や仮説を確かめるための、観察・実験の方法を自分で考えますか？
8	予想や仮説と観察・実験の結果が違ったとき、やり方を振り返ったり見直したりすることはありますか？
9	実験の結果は一つあれば十分だと思いますか？
10	観察・実験の結果から、自分の考えを持つことができますか？
11	友達と話し合いながら考えを深めるとき、自分の意見をわかりやすく相手に説明することができますか？
12	友達と話し合いながら考えを深めるとき、相手の考えはよくわかりますか？
13	友達と話し合うと、自分の考えが広がり深まったりすると思いますか？
14	考察やまとめのとき、他に言えることがないか考えますか？
15	理科の学習で身に付けた力などは、他の学習で活用（使えそう・役立ちそう）できますか？
16	前の問いで、どうしてそのように思いましたか？（自由記述）
17	理科の学習は大切だと思いますか？
解答 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う	
3. どちらかといえばそう思わない 4. 思わない	

図 37 中学生向けアンケート

教員向け	
1	学校名を答えて下さい。
2	理科の授業を担当している学年を答えて下さい。
3	理科の授業を担当しているクラスを答えてください。（A組は1組とします。）
4	「理科の学習の進め方ポスター」は見やすいですか？
5	「理科の学習の進め方ポスター」は、授業で参考にした機会がありますか？
6	「理科の学習の進め方ポスター」は、授業で使用した機会がありますか？
7	「理科の学習の進め方ポスター」に、QRコードでどんな情報を載せて欲しいですか？（自由記述）
8	「理科の学習の進め方ポスター」を見て、学習の進め方を以前よりも意識して取り組むようになりましたか？
9	「思考ツール活用ポスター」は見やすいですか？
10	「思考ツール活用ポスター」は、授業で参考にした機会がありますか？
11	「思考ツール活用ポスター」は、授業で使用した機会がありますか？
12	「思考ツール活用ポスター」により、子どもに考えさせる場面で、手立てが広がりましたか？
13	「理科の見方トレーニングポスター」は見やすいですか？
14	「理科の見方トレーニングポスター」は、授業で参考にした機会がありますか？
15	「理科の見方トレーニングポスター」は、授業で使用した機会がありますか？
16	「理科の見方トレーニングポスター」により、理科の見方を意識した授業を展開するようになりましたか？
17	各ポスターについて、意見があれば書いて下さい（自由記述）
18	「探究授業及び学習課題」は、授業で参考にした機会がありますか？
19	「探究授業及び学習課題」は、授業で使用した機会がありますか？
20	「探究授業及び学習課題」について、意見があれば書いて下さい（自由記述）
21	「探究授業及び学習課題」によって、授業研究をしましたか？
22	「探究授業及び学習課題」によって、掲載した内容以外に、自分で授業のアイデアを思いつきましたか？
23	「授業デザイン」は見やすいですか？
24	「授業デザイン」は、授業で参考にした機会がありますか？
25	「授業デザイン」は、授業で使用した機会がありますか？
26	「授業デザイン」について、意見があれば書いて下さい（自由記述）
27	「授業デザイン」について、他の単元についても同じように、授業のデザインを考えましたか？
解答 1. そう思う 2. どちらかといえばそう思う	
3. どちらかといえばそう思わない 4. 思わない	

図 38 教員向けアンケート

(2) 結果

ア 児童生徒向けアンケート「事前調査・事後調査」(グラフの数値は小数第一位を四捨五入した割合)

(ア) 理科の学習の進め方について

児童生徒に、「理科の授業で知識を理解したことから、新しい疑問がうまれたことがあるか」を問うた結果を図39と図40に示す。

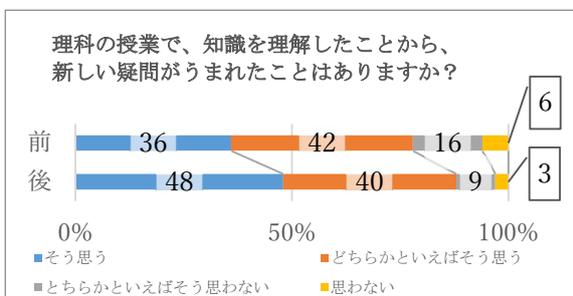


図 39 小学生

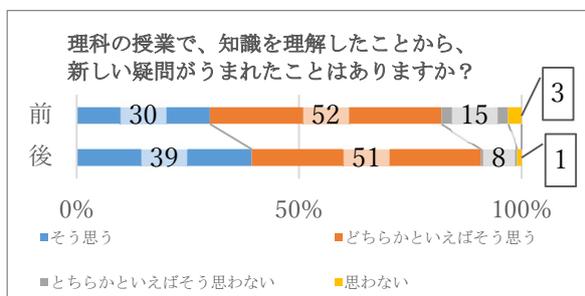


図 40 中学生

小学生では、「そう思う」と答えた割合が、事前では36%だったが事後には48%と12ポイントの増加が見られた。中学生でも、「そう思う」と答えた割合が、事前では30%だったが事後には39%と9ポイントの増加が見られた。これらのことから、本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に探究授業及び学習課題例一覧）を示すことで、理科の学習の進め方における、最初の過程である「疑問に思う」ことができる児童生徒の増加につながったと考えられる。

(イ) 理科の見方・考え方について

次に、予想や仮説を確かめるための、実験・観察の方法を自分で考えるかを問うた結果を図41と図42に示す。

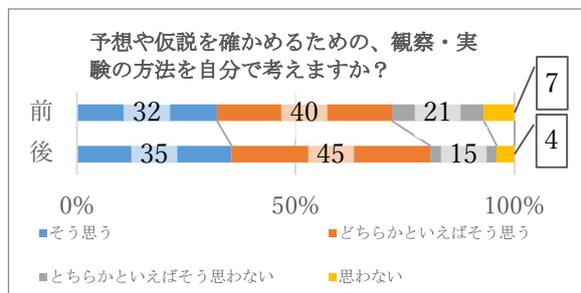


図 41 小学生

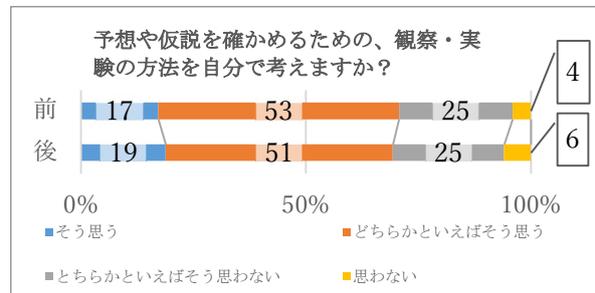


図 42 中学生

小学生では、「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」と肯定的に答えた割合が、事前では72%だったが事後には80%と8ポイントの増加が見られた。このことから小学生に対しては、本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に理科の見方ポスター）を示すことが、観察・実験の方法を自分で考える際に、有用であることが考えられる。しかし、中学生では、肯定的に答えた割合は微減した。このような状況から、中学生に対しては、本研究の授業デザイン集及び指導資料を示すこと以外の、別の手立てが必要であると考えられる。

次に、考察やまとめのとき、他に言えることがないか考えているかを問うた結果を次ページ図43と図44に示す。

小学生においては、「そう思う」と肯定的に答えた割合が、事前では28%だったが事後には32%と4ポイント増加した。

同様に、中学校においては、事前では23%だったが事後には30%と7ポイント増加している。これらの

ことから、本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に理科の見方ポスター）を示すことが一つの結果を多面的に捉え様々な考察をするための視点を備えた児童生徒の増加につながったと考えられる。

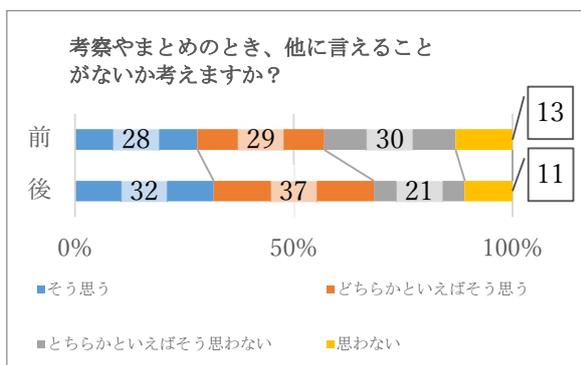


図 43 小学生

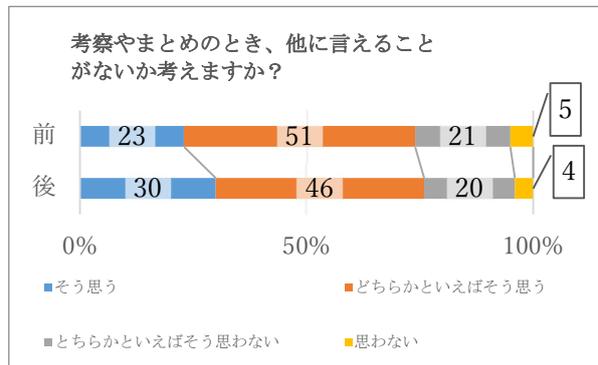


図 44 中学生

(ウ) 対話的な学びについて

次に、友達と話し合いながら考えを深めるとき、自分の意見をわかりやすく相手に説明することができるかを問うた結果を図 45 と図 46 に示す。

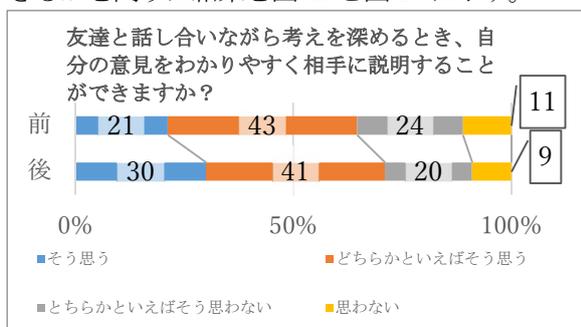


図 45 小学生

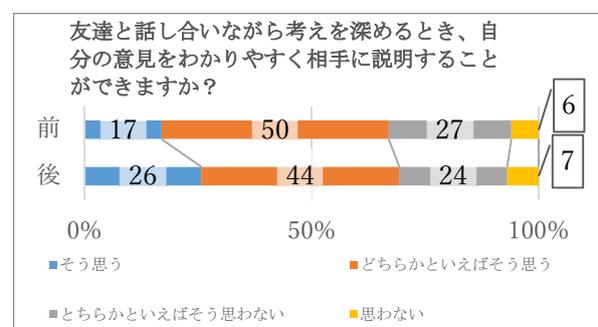


図 46 中学生

小学生では、「そう思う」と肯定的に答えた割合が事前の 21%から事後では 30%と 9 ポイント増加した。中学生でも「そう思う」と肯定的に答えた割合が、事前では 17%だったが事後には 26%と 9 ポイントの増加が見られた。これらのことから、話し合いの時に「思考ツール」を使うことにより、小・中学生は自分の考えを整理し、相手に伝えやすくなったのではないかと考える。

また、友達と話し合いながら考えを深めるとき、相手の考えはよくわかるかを問うた結果を図 47 と図 48 に示す。

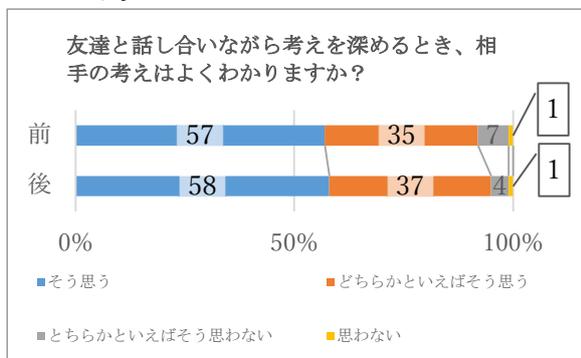


図 47 小学生

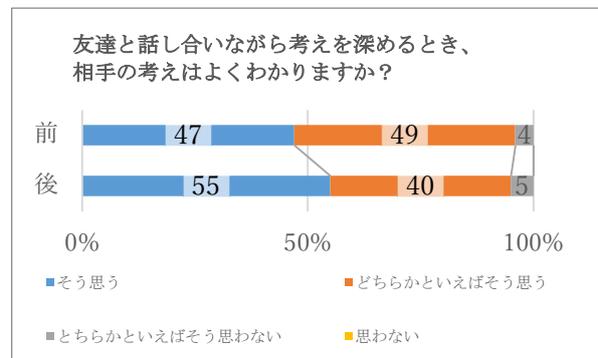


図 48 中学生

小学生では、事前事後の「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」と肯定的に答えた割合は微増した。中学生では「そう思う」と答えた割合に 8 ポイントの増加が見られた。これらのことから、小・

中学生は、話し合いによって相手の考えがよくわかるようになることはすでに認識しており、特に中学生においては、「思考ツール」を使うことで、整理された話を円滑に伝えることができるようになったのではないかと考えられる。

次に、友達と話し合うと、自分の考えが広がったり深まったりすると思うかを問うた結果を図 49 と図 50 に示す。

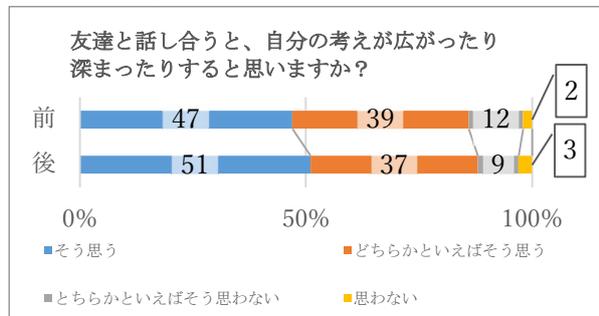


図 49 小学生

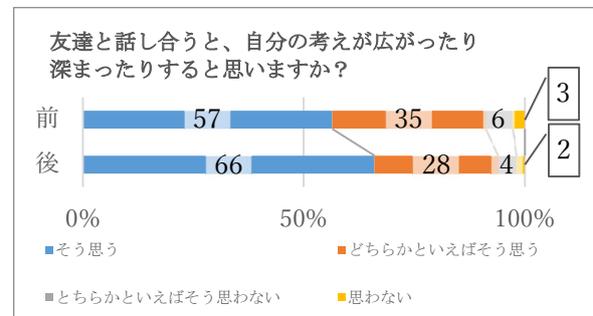


図 50 中学校

小学生では、事前的事後の「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」と肯定的に答えた割合は微増した。中学生では「そう思う」と答えた割合に9ポイントの増加が見られた。これらのことから、考えを深めるとき、「自分の考えを話す」ことや「相手の考えを聞く」というコミュニケーションを取ることが有意義であり、その時に本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に思考ツール活用ポスター）を示すことが、より円滑なコミュニケーションに役立っているのではないかと考える。

(エ) 理科で身に付けた力の活用について

次に、理科の学習で身に付けた力などは、他の学習で活用（使えそう・役立ちそう）できるかを問うた結果を図 51 と図 52 に示す。

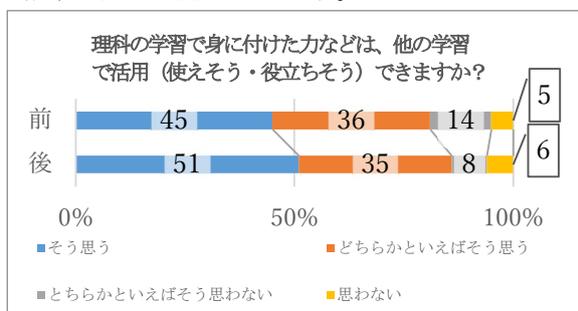


図 51 小学校

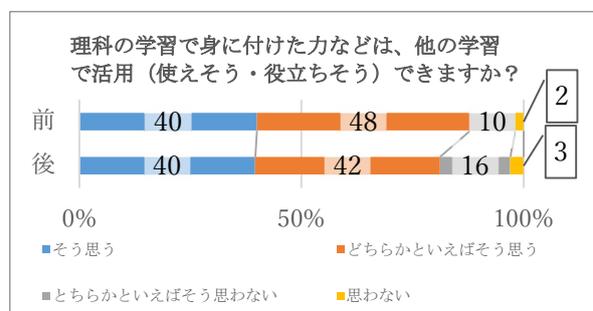


図 52 中学校

小学生では、「そう思う」と答えた割合に6ポイントの増加が見られたが、中学生では「どちらかといえばそう思う」と答えた割合に6ポイントの減少が見られた。

そのため、同様の質問に対して、その理由を自由記述した回答を、ユーザーローカルテキストマイニングによる共起分析（<https://textmining.userlocal.jp/>）を行ったイメージを次ページ図 53 から図 56 に示す。

図中の単語は共起語といい、ある単語と同時にもしくは頻繁に出現する単語のことを指している。また、図中において、出現する共起語の出現パターンが似たものを線で結び描画している。併せて、出現数の多い共起語は大きく、共起の程度が強いものは太い線で描画している。

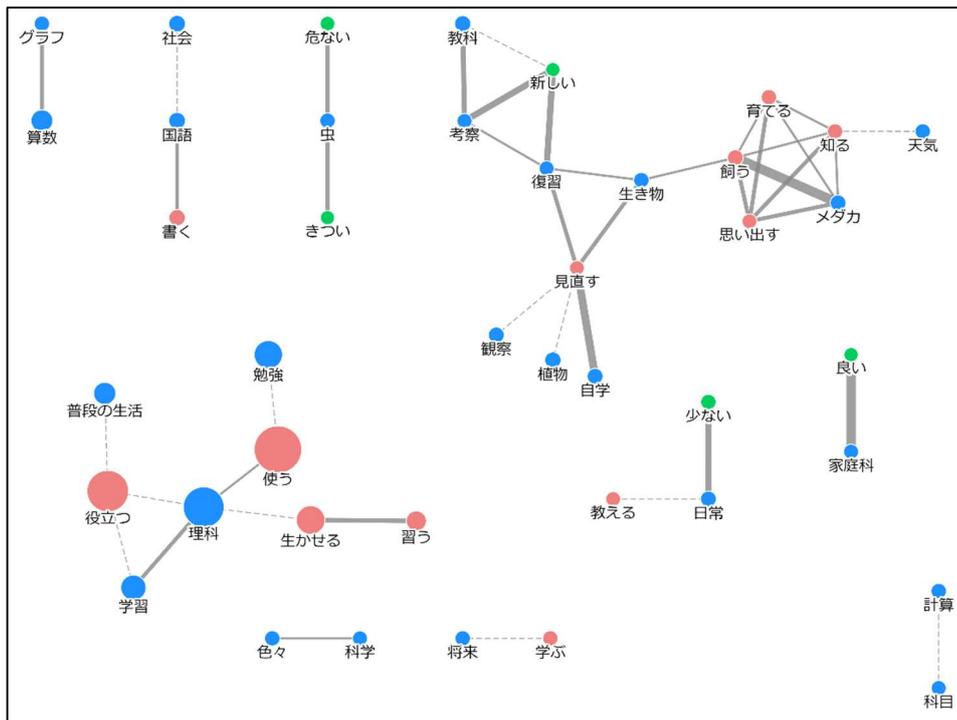


図 53 小学校 事前

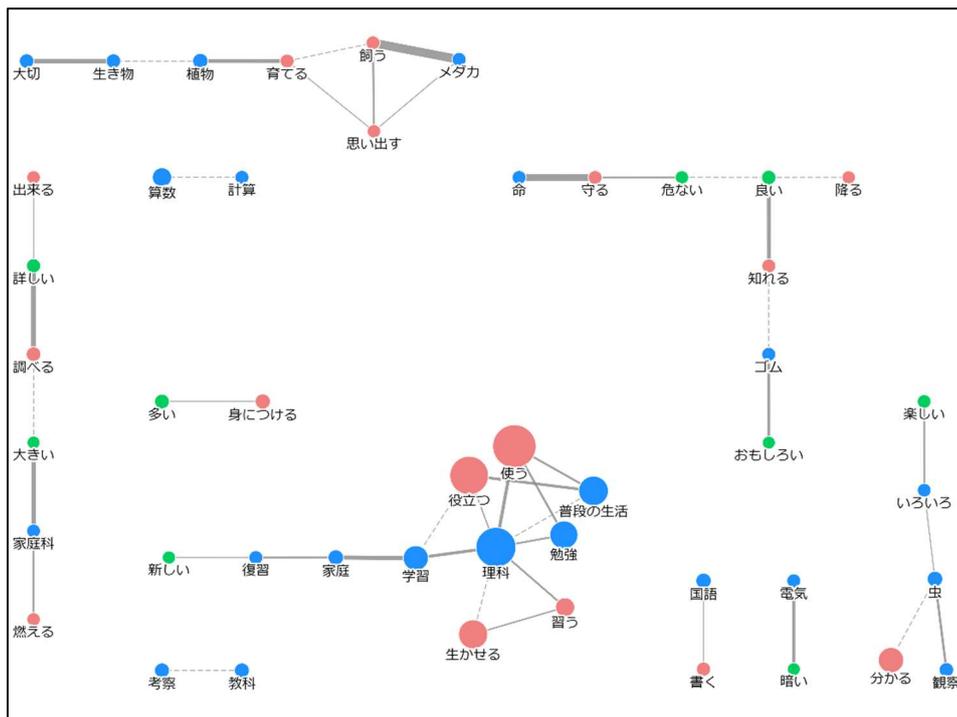


図 54 小学校 事後

小学校の事前事後を比較した上図の結果から次の2点が読み取れる。

- ①「理科」が漠然と「役立つ」「生かせる」「使う」ことができると考えていたが、「理科」が「普通生活」に「役立つ」、または「普通生活」に「使う」ことができると気づき始めた。また、「理科」を「習う」ことは「生かせる」と気づき始めた。
- ②事前には出現していない「詳しい」と「調べる」が、事後には新しく出現し、組み合わせて考えるようになった。

中学校の事前事後を比較した前ページ図の結果から次の2点が読み取れる。

- ①「理科」の「学習」を「生かす」ことが「普段の生活」に「役立つ」と気づき始めた。
- ②「国語」や「数学」の「問題」を解くときに、「実験」「結果」「考察」の過程を経ると「まとめやすい」と気づき始めた。特に、「数学」についてはこれらが「使える」ことを、「国語」については「説明」に利用することが意識されてきたと考える。

これらのことから、本研究の授業デザイン集及び指導資料（特に理科の学習の進め方ポスター）を示すことで、普段の生活に理科が生かせる（役立つ）と捉えている生徒の増加や、理科の学習における「実験」「結果」「考察」の過程は、他の学習で活用できると捉えている生徒の増加につながったと考えられる。

さらに、理科の学習で身に付けた力などは、他の学習で活用（使えそう・役立ちそう）できるかを問うた結果の中には、次のような記述も見られた。

【小学生】

- ・理由は、理科はいろいろな科学の基本を習うし、将来つく仕事によっては使うことがあるかもしれないからです。
- ・実験方法を考えることは、問題の解き方を考えるのと似ているし、まとめを考えるのは、答えを見直すことと似ているからです。
- ・理科の実験は、こうやったらどうなるかを調べられるので、色々な場面で使えると思う。
- ・理科の「考えよう」や「まとめを伝えよう」などの進め方は他の学習でも使えそうだから。
- ・生活の中で当たり前に行っていることの根拠、理論がわかるから。

【中学生】

- ・説明する力とか、考察する時の深く考える力とか使えそうだから。
- ・災害などに遭った時に理科の知識を身に付けておけば、万が一に備えられると思うからです。
- ・考察力が高まって考え方が変わると思うから。
- ・考察する事は多くの学習で使えるとおもったから。
- ・結果から考えを出す力は色々な教科で使えるから。
- ・仮説を立て、班と協力して実験することで協調性が生まれると思うから。
- ・思考力が上がると思ったから。
- ・自分で仮説を立てたりする力や、予想する力は他の教科でも必要になってくると思うし、何より自分で相手に話すことで会話力や自立する姿勢が育つことが見込めると思う。
- ・考えたりすることがコミュニケーションにつながると思ったから。
- ・理科では自分の考えを伝え、他人の考えを理解する必要があるので、他の学習でも生かせると思う。
- ・理科の実験結果などに結びつく理由を考える力は、他の教科でも役立つと思っているから。
- ・国語の文章を読むときや数学の文章問題で、理科で習った言葉が出てきたときに理解しやすくなる。また、実験結果から考える力が物事を論理的に考える力につながると思う。

記述を見ると、「予想」することや、「結果」から「考察」することは、理科だけでなく他教科でも大切だと考えている記述が多くあったことは成果の一つとして考えられる。また、コミュニケーションを図ることで、自分の考えを説明する力や、深く考える力が養われ、自立しようとする姿勢が育つと考えている記述が多くあったことも成果の一つと考えられる。

イ 教員向けアンケート（グラフの数値は小数第一位を四捨五入した割合）

「理科の学習の進め方ポスター」について、「見やすいか」「参考にしたか」「使用したか」「学習の進め方を意識して取り組んだか」を問うた結果を図 57 から図 60 に示す。

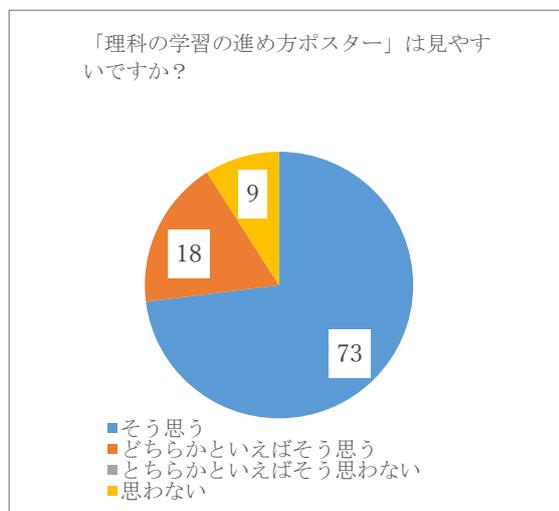


図 57 見やすさ

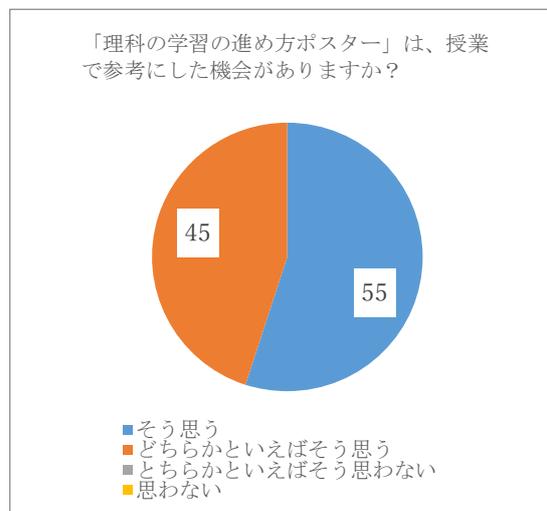


図 58 参考の有無

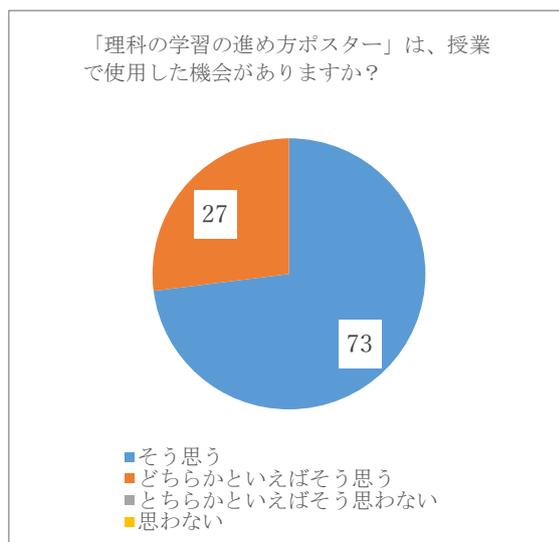


図 59 使用の有無

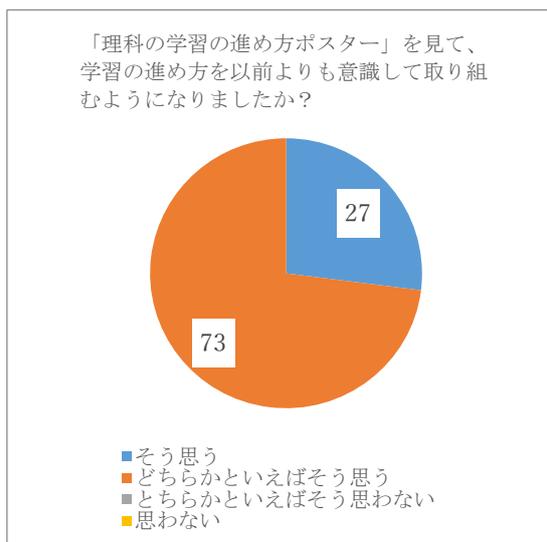


図 60 理科の学習の進め方を意識した取組

アンケートに答えた全員が、「参考にしたか」「使用したか」「学習の進め方を意識して取り組んだか」について、「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」と肯定的な回答であったことにより、理科の学習の進め方ポスターについて、好評を得ることができたと考える。また、「見やすさ」においては「思わない」と否定的に答えた回答が1割程度であったため、第2回研究協力員会議で議題として取り上げ、配色や字体を変えて改善を図った。

「思考ツール活用ポスター」について「見やすいか」「参考にしたか」「使用したか」「考えさせる場面で手立てが広がったか」を問うた結果を図 61 から図 64 に示す。

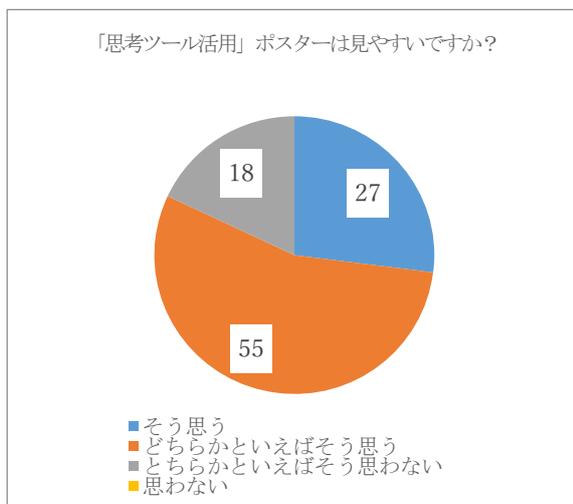


図 61 見やすさ

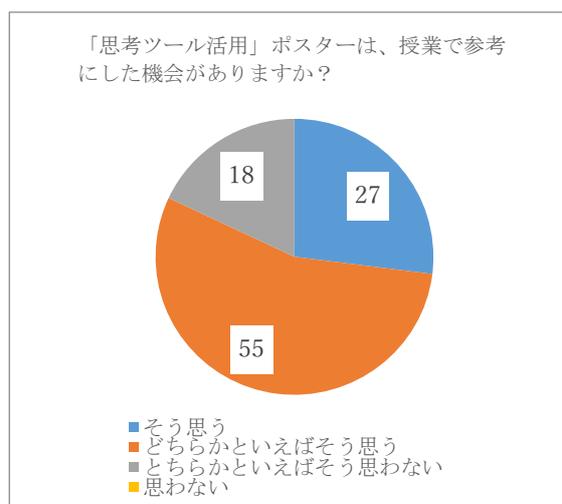


図 62 参考の有無

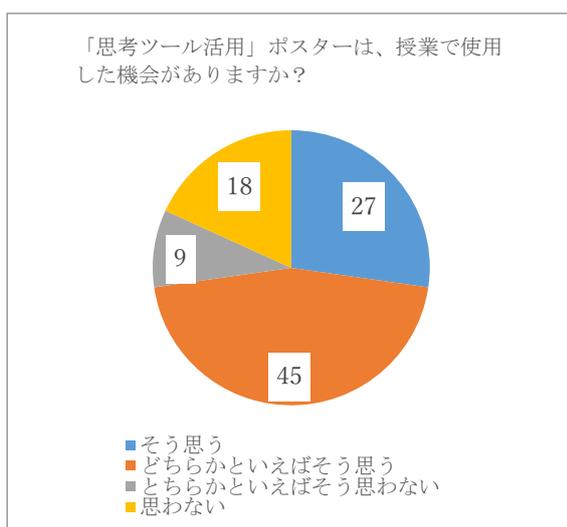


図 63 使用の有無

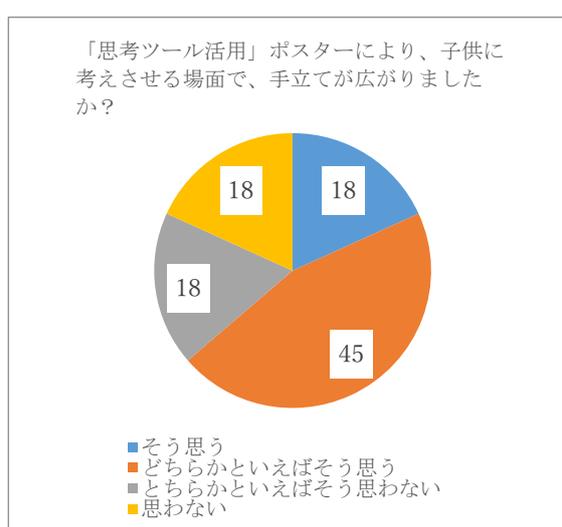


図 64 手立の広がり

「思考ツール活用ポスター」について「見やすいか」「参考にしたか」「使用したか」という質問に対して、「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」と肯定的に答えた割合は、7割から8割程度であった。思考ツール活用ポスターについて、概ね好評を得ることができたと考えるが、「子供に考えさせる場面で、手立てが広がったか」の評価が低いことがわかる。このため、「思考ツールの使い方の具体例」や紙媒体及び端末で使用できるデジタル媒体の「ワークシート」などをQRコードから読み取ることができるよう改善し、児童生徒がどの思考ツールを使用するのを選択できるようにした。

「理科の見方ポスター」について「見やすいか」「参考にしたか」「使用したか」「理科の見方を意識した授業を展開したか」を問うた結果を図 65 から図 68 に示す。

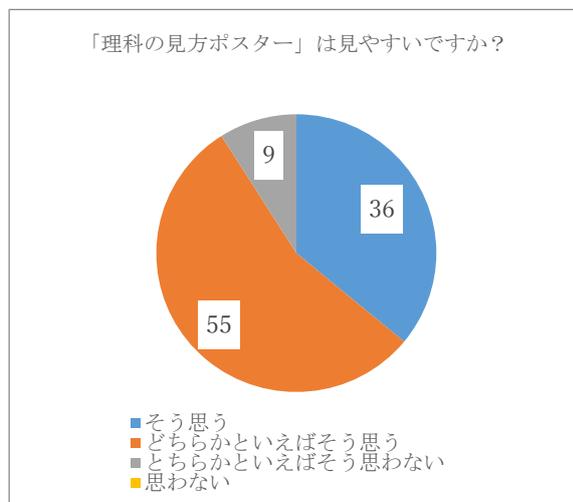


図 65 見やすさ

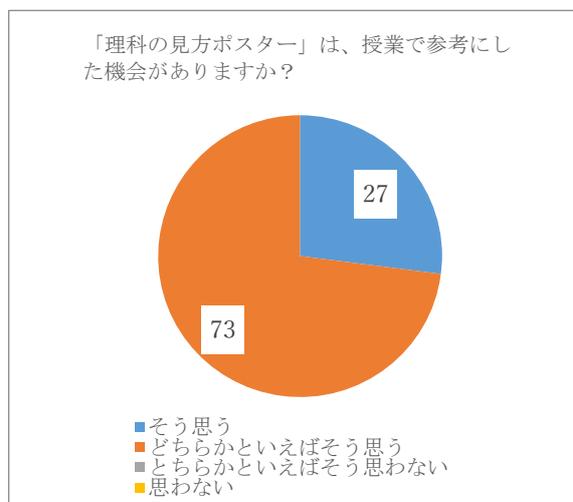


図 66 参考の有無

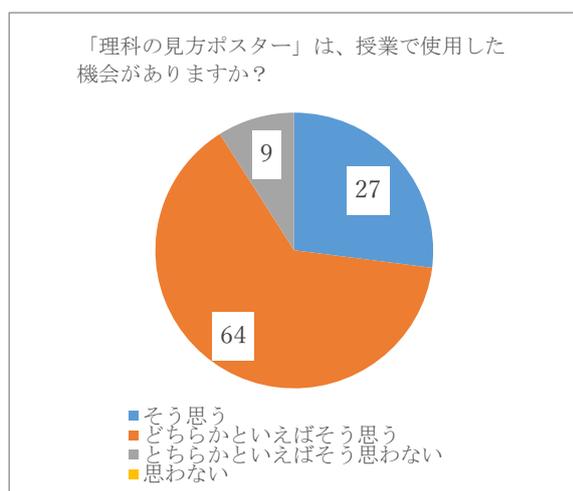


図 67 使用の有無

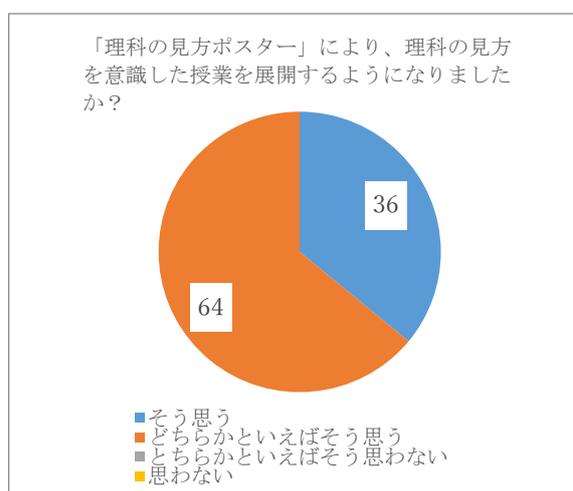


図 68 理科の見方を意識した授業展開

「参考にしたか」「理科の見方を意識した授業を展開したか」について、アンケートに答えた全員が、「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」と肯定的に回答したことにより、理科の見方ポスターについて、好評を得ることができたと考える。また、「見やすいか」と「使用したか」について、「どちらかといえばそう思わない」と否定的に答えた回答が1割程度であったため、第2回研究協力員会議において、議題として取り上げ、字体やポスター間での共通性において改善を図った。さらに、本ポスターに掲載しているQRコードから視聴できる「理科の見方動画」を作成しているときに、小学生にもわかりやすい言葉の表現にするべきとの指摘があり、「体の構造」を「体のしくみ」に変えるなど改善を図った。

「探究授業及び学習課題例一覧」について「参考にしたか」「使用したか」「授業研究をしたか」「自分で授業のアイデアを考えたか」を問うた結果を図 69 から図 72 に示す。

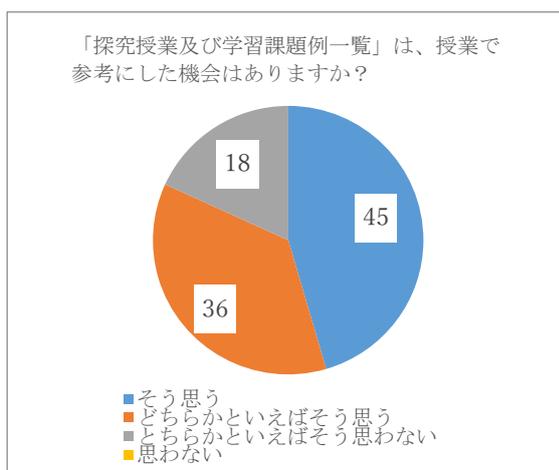


図 69 参考の有無

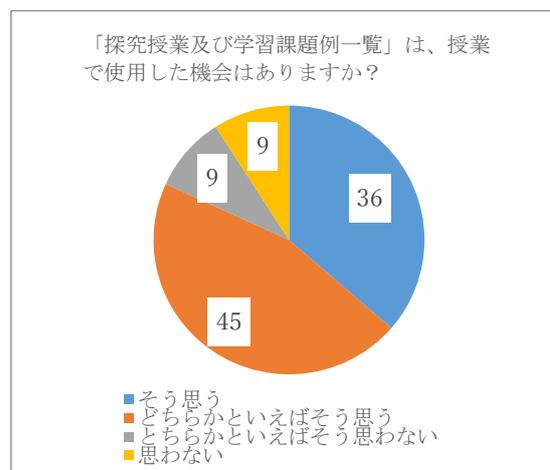


図 70 使用の有無

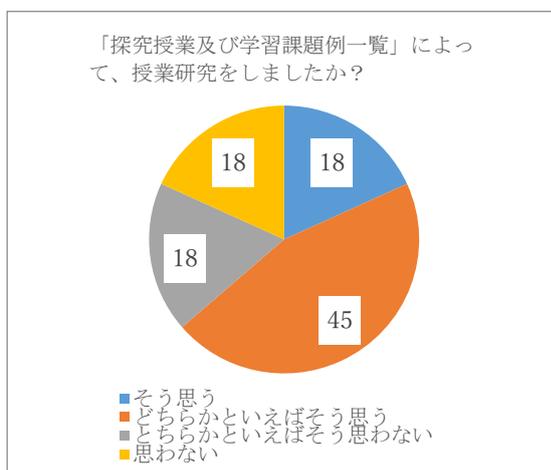


図 71 授業研究の有無

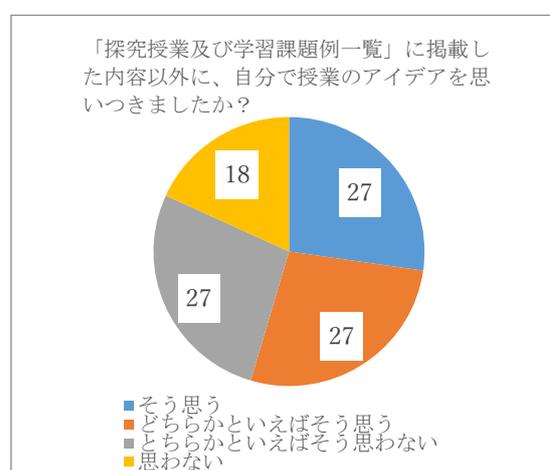


図 72 授業アイデアの考案

「探究授業及び学習課題例一覧」を「参考にしたか」、または「使用したか」を問うた質問（図 69・図 70）に対して、「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」と肯定的に答えた割合は、ほぼ 8 割となっており、概ね好評を得ることができたと考える。

しかし、「探究授業及び学習課題例一覧」によって授業研究をしたり、授業のアイデアを考えたりしたかを問うた質問（図 71・72）に対して、肯定的に答えた割合は、5 割から 6 割程度であった。このため、より詳細な情報や画像を掲載することにより、教員が探究する授業を実践したいと思えるような「探究授業及び学習課題例一覧」に改善していく必要があると考える。

また、「探究授業及び学習課題例一覧」に対する自由記述では、次のようなものも見られた。

- ・ 演示実験で済ませたり、簡単な説明で終わらせたりするなど、逃げ道を作らず、手間をかけて地道に取り組むことが最終的には探究授業の近道と感じています。
- ・ 探究授業の方は理科の見方が児童と教員ともに育っていないと、なかなか使い方が難しいと感じました。

このことから、探究授業を実践するには児童生徒と教員の双方が学んでいくことが重要であり、「探究授業及び学習課題例一覧」等を利用して、手間をかけて地道に授業研究やアイデアを考えることが探究授業への一番の近道であると考えられる。

「授業デザイン集」について「見やすいか」「参考にしたか」「使用したか」「他の単元で授業デザインを考えたか」を問うた結果を図 73 から図 76 に示す。

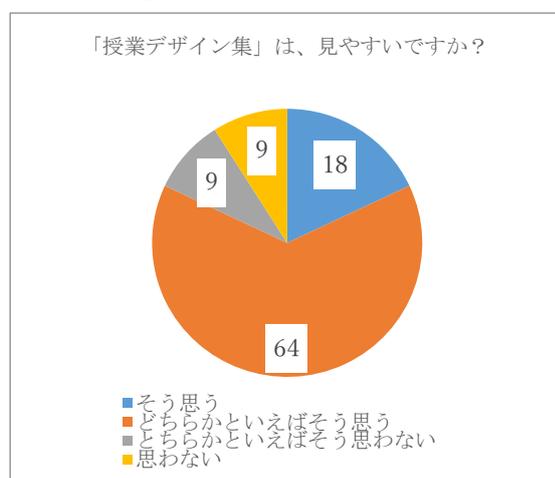


図 73 見やすさ

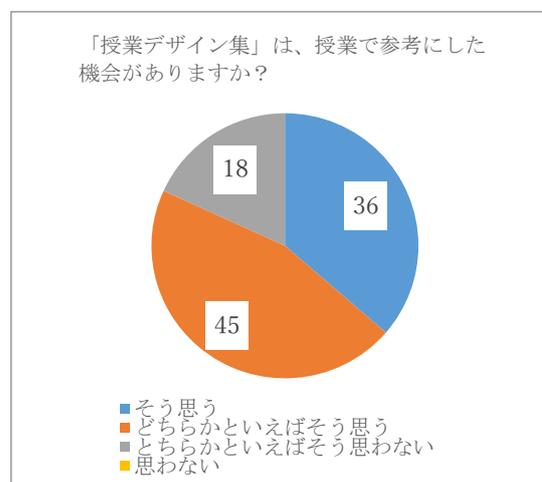


図 74 参考の有無

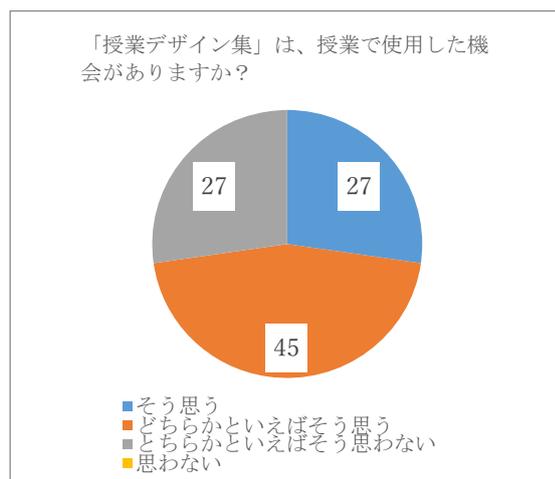


図 75 使用の有無

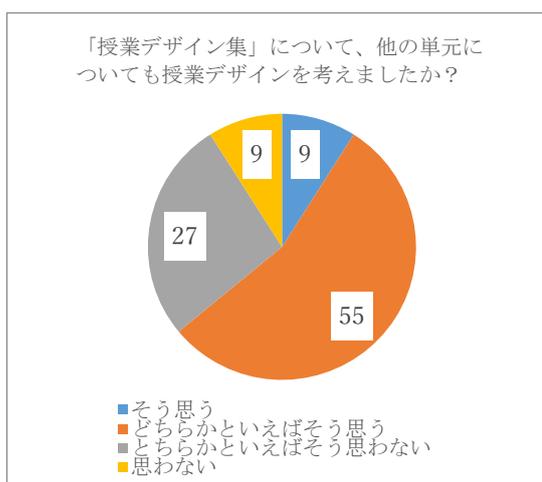


図 76 他の単元での考案

「授業デザイン集」について「見やすいか」「参考にしたか」「使用したか」という質問に対して「そう思う」や「どちらかといえばそう思う」と肯定的に答えた割合は、7～8割程度であったことから、授業デザイン集について、概ね好評を得ることができたと考える。しかし、「他の単元についても授業デザインを考えたか」と問うた質問に対して、「思わない」や「どちらかといえば思わない」と否定的に答えた割合は36%であった。このことから、授業デザイン集の活用促進に向けて、より多くの単元で授業デザイン集を作成する必要があると考える。

2 より効果的な指導を目指して

「授業デザイン集」および「指導資料」を実際に使用した検証において、理科の学習の進め方におけ

る、最初の過程である「疑問に思う」ことができる児童生徒や、一つの結果を多面的に捉え、様々に考察する視点を備えた児童生徒の増加につながったことは、大変有意義なことと考える。今後、関係する研修などにおいて、本研究の成果を紹介するとともにアンケート調査を実施するなどして、改善を加えながら「授業デザイン集」および「指導資料」の完成度を高めていきたい。

また、県内公立小・中学校及び特別支援学校（小・中学部）に本研究の成果であるポスターを今年度配付した。そして、その使用状況を、次年度の「千葉教育」に紹介することにより、本研究の成果をさらに県内に広め、ポスターの活用促進を図っていきたい。

VI 主な参考文献、引用文献

- ・文部科学省「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編」「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編」2017
- ・文部科学省「小学校学習指導要領（平成29年告示）」「中学校学習指導要領（平成29年告示）」2017
- ・文部科学省「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総則編」「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総則編」2017
- ・令和4年度全国学力・学習状況調査における国立教育政策研究所による調査結果資料「相関係数〔児童（生徒）質問紙－教科（理科）〕」
(<https://www.nier.go.jp/22chousakekkahoukoku/factsheet/primary.html>)
- ・千葉県教育委員会「『思考し、表現する力』を高める実践モデルプログラム リーフレット版」2019
- ・千葉県総合教育センター「『理数』の進め方ガイドブック理論編」2020
- ・千葉県総合教育センター「『理数』の進め方ガイドブック実践事例編」2020
- ・秋田県総合教育センター「子どもが資質・能力を活用・発揮できる授業づくりに役立つアイデア 理科」2020
(https://www.akita-c.ed.jp/~ckyky/kyoukakenkyu/2021/science/sisitsu_science.html)
- ・Active10 (NHK for School) (<https://www.nhk.or.jp/school/rika/active10/>)
- ・日本理科教育学会編著「今こそ理科の学力を問う 新しい学力を育成する視点」東洋館出版社 2012
- ・大山光晴「探究活動の入り口として課題設定の効果的な指導方法を考える」科学技術教育 第231号 千葉県総合教育センター 2020
- ・大山光晴「生徒が問題を見出して解決する授業を行うために必要な指導方法を考える」理科の教育 2018 10月号
- ・星野昌治「これから小学校理科の要点と展開」大日本図書 教授用資料
(http://www.dainippon-tosho.co.jp/newsletter/files/rika_point_and_development.pdf)
- ・大高泉「これからの中学校理科授業のイメージづくり」大日本図書 教授用資料
(http://www.dainippon-tosho.co.jp/newsletter/files/science_image.pdf)
- ・黒上晴夫 小島亜華里 泰山裕「シンキングツール ～考えることを教えたい～」NPO 法人学習創造フォーラム 2012
- ・田村学 黒上晴夫 滋賀大学教育学部附属中学校「こうすれば考える力がつく！中学校思考ツール（教育技術MOOK）」小学館 2014
- ・長谷川直紀 吉田裕 関根幸子 田代直幸 五島政一 稲田結美 小林辰至「小・中学校の理科教科書に掲載されている観察・実験等の類型化とその探究的特徴－プロセス・スキルズを精選・統合してした『探究の技能』に基づいて－」理科教育学研究 2013 Vol. 54 No. 2
- ・山口晃弘 江崎士郎「新学習指導要領対応！中学校『理科の見方・考え方』を働かせる授業」東洋館出版社 2017
- ・古川光弘 サークルやまびこ「『プロの技術』を学ぶNo. 8『ゆさぶり発問』の技」明治図書 2009

Ⅶ 資料

本研究の成果物および概要は、右のQRコードまたは下記アドレスよりご覧ください。

<https://drive.google.com/drive/folders/1imbys7uTd8zwnfd2bB1Pws0K4leaIxx>



関係者名簿

【 講師 】

大山 光晴 秀明大学 教授

【 研究協力員 】

伊勢崎 慧	銚子市立銚子中学校	教諭	(R 2～4)
戸刺 悟	成田市立美郷台小学校	教諭	(R 2～4)
松本 邦宏	市川市立中山小学校	教諭	(R 2～4)
田中 秀明	袖ヶ浦市立蔵波小学校	教諭	(R 2～3)
藤平 健太	いすみ市立東小学校教諭	教諭	(R 2～3)
安藤 春樹	野田市立北部中学校	主幹教諭	(R 2)
篠原 孝司	大網白里市立大網中学校	教諭	(R 2)

*所属は委嘱最終年度の在籍校

*篠原教諭には、令和3年度・4年度に授業アドバイザーとして協力をいただいた。

【 研究担当所員 】

千葉県総合教育センターカリキュラム開発部	部長	鈴木 康治
科学技術教育担当	主席研究指導主事	相浦 敦
	研究指導主事	谷井 栄子
	研究指導主事	笠置 賀奈美
	研究指導主事	安藤 春樹 (主担当)
	研究指導主事	樽林 剛
	研究指導主事	澤田 惟樹 (副担当)
	研究指導主事	矢部 雅彦 (R 3)
	研究指導主事	渡部 智也 (R 3)
	研究指導主事	鈴木 啓督 (R 2)

抄 録 文

千葉県総合教育センター研究報告第457号

テーマ 小・中学校理科における科学的に探究する学習の進め方に関する研究
研究対象校 小・中学校
研究領域 教育内容・教育方法 資質・能力

当センターカリキュラム開発部科学技術教育担当が行った令和2年度から4年度の3年間にわたった調査研究において、小・中学校理科における、科学的に探究する学習に有効な7つの授業デザイン集と5つの指導資料を開発した。

【検索語】 探究学習、変容、資質・能力、指導方法、理科の見方・考え方
学習の進め方、思考ツール、思考スキル、学習課題、授業デザイン
指導資料

※本調査研究の「研究報告書」及び研究成果物は、千葉県総合教育センターWeb サイトよりダウンロードすることができます。

研究報告 第457号

令和5年3月16日

編集発行者 千葉県総合教育センター
所長 神子 純一

発行所 千葉県総合教育センター

〒261-0014 千葉市美浜区若葉2丁目13番

TEL 043(276)1166

FAX 043(272)5128
